1

~~I. XIII. 25 – 30.~~

Phys. $\frac{1.}{1.}$ o.

Phyſikaliſches
Wörterbuch

oder

Verſuch

einer Erklärung der vornehmſten Begriffe
und Kunſtwörter

der Naturlehre

mit kurzen Nachrichten von der Geſchichte
der Erfindungen und Beſchreibungen der
Werkzeuge begleitet

in alphabetiſcher Ordnung

von

D. Johann Samuel Traugott Gehler
Oberhofgerichtsaſſeſſorn und Senatorn zu Leipzig, auch der
ökonomiſchen Societät daſelbſt Ehrenmitgliede

Erſter Theil
von A bis Epo
mit ſieben Kupfertafeln

Neue Auflage.

Leipzig,
im Schwickertſchen Verlage 1798

Staatliche
Bibliothek
Bamberg

Vorrede.

Ich fühle es mit der lebhafteſten Ueberzeugung, daß ſich gegen die anjetzt ſo gewöhnliche Methode, wiſſenſchaftliche Gegenſtände in alphabetiſcher Ordnung vorzutragen, ſehr viele gegründete Einwendungen laſſen. Inzwiſchen hat doch auch dieſe Methode gewiſſe ganz unverkennbare Vorzüge. Es iſt allerdings nothwendig, daß der Anfänger die erſte Ueberſicht einer Wiſſenſchaft durch ein in ſyſtematiſchem Zuſammenhange abgefaßtes Lehrbuch erhalte; bey weiterm Fortgange aber wird er ſich oft wünſchen, alles, was einen und den andern einzelnen Gegenſtand betrift, und was in den Lehrbüchern durch mancherley Stellen zerſtreut iſt, zuſammengebracht und unter einerley Geſichtspunkt vereiniget zu finden — eine Zuſammenſtellung, die oft ſelbſt für den Kenner der Wiſſenſchaft bey Bearbeitung einzelner Gegenſtände wünſchenswerth, oder wenigſtens bequem und erleichternd iſt. Ueberdies giebt die alphabetiſche Anordnung, bey welcher jeder in der Wiſſenſchaft gebräuchliche Name an ſeiner Stelle vorkömmt, die ſchönſte Gelegenheit zu richtiger und feſter Beſtimmung der Hauptbegriffe, auf welche ſich alle wiſ-

ſenſchaftlichen Sätze gründen, und der eigentlichen Bedeutung der Worte, welche ſelbſt in den beſten Lehrbüchern bisweilen in einem ſchwankenden Sinne, und an einer Stelle anders, als an der andern gebraucht werden, zu geſchweigen, daß die Ordnung der Buchſtaben oft auf Namen von Gegenſtänden führt, an welche man bey dem gewöhnlichen Vortrage der Wiſſenſchaft gar nicht oder doch nur im Vorbeygehen denket. Daß endlich die hiſtoriſchen und litterariſchen Nachrichten, welche ſo viel zur gründlichen Kenntniß der Wiſſenſchaften beytragen, ſich bey dieſer Ordnung mit vorzüglicher Bequemlichkeit beybringen laſſen, fällt von ſelbſt in die Augen.

Dieſe Vorzüge der alphabetiſchen Methode, welche ſich durch das Beyſpiel mhrerer guten Wörterbücher, und beſonders des Macquerſchen, von Herrn Leonhardi ſo ſchön bearbeiteten chymiſchen, hinlänglich beſtätigen, bewogen mich bereits im Jahre 1783, den Antrag einer Ueberſetzung des von Sigaud de la Fond in franzöſiſcher Sprache herausgegebnen phyſikaliſchen Wörterbuchs *) nicht ganz ohne Aufmerkſamkeit zu übergehen, und mir in dieſer Abſicht ſowohl das genannte Werk ſelbſt, als auch das zu gleicher Zeit herausgekommene Briſſonſche Wörterbuch **) anzuſchaffen. Allein ich fand es bey genauerer Unterſuchung beyder Wer-

*) Dictionnaire de Phyſique par Mr. *Sigaud de la Fond*, Profeſſeur de Phyſique experimentale, Membre de la Societé Royale des Sciences de Montpellier etc. à Paris. 1781. IV Tomes. 8.

**) Dictionnaire raiſonné de phyſique par Mr. *Briſſon*,

ke nicht rathſam, eine Ueberſetzung des einen oder des andern zu veranſtalten. **De la Fond**, deſſen übrige Verdienſte um mehrere Zweige der Naturlehre ich nicht verkenne, trägt in dieſem Wörterbuche, mit Weglaſſung alles deſſen, was nur einigermaßen mit mathematiſchen Sätzen in Verbindung ſteht, außer einigen von ihm beſonders bearbeiteten Materien, z. B. den Lehren von der Elektricität, dem Magnete, den Luftgattungen den phyſikaliſchen Werkzeugen, gröſtentheils Naturgeſchichte, Phyſiologie und Chemie vor, ſchreibt **Muſſchenbroek, Hallern und Macquer** oft, ohne ſie zu nennen, wörtlich aus, und kleidet, wo er ſelbſt ſpricht, wenig Sachen in viele Worte und ermüdende Declamationen ein. **Briſſon**, deſſen Werk beſtimmt iſt, einen Theil der Encyclopédie par ordre des matieres auszumachen, ſchreibt zwar weit gründlicher, gedrungner und mit mehrerer Kenntniß aller zur Phyſik gehörigen Fächer nnd Hülfswiſſenſchaften; allein entweder Mangel an Bekanntſchaft mit neuern Entdeckungen der Engländer und Deutſchen, oder Vorliebe zu ſeiner Nation und zu der Schule, die ihn unterrichtet hat, verleitet ihn allzuoft, bey alten jetzt längſt verdrungenen Syſtemen ſtehen zu bleiben, wie denn z. B. in der Lehre

de l' Academie Royale des Sciences, Maître de Phyſique et d' Hiſtoire Naturelle des Enfans de France, Profeſſeur Royal de Phyſique experimentale au College Royal de Navarre, et Cenſeur Royal. à Paris. 1781. II. Tomes. 4. nebſt einem beſondern Bande, welcher 90 dazugehörige ſchöne Kupferplatten enthält.

der Elektricität **du Fay, Nollet** und **Jallabert** ganz allein ſeine Helden ſind. Ich gab daher den Gedanken, eines dieſer Werke zu überſetzen, gänzlich auf, und glaubte beſſer zu thun, wenn ich ſelbſt den Verſuch machte, ein dem gegenwärtigen Zuſtande unſerer phyſikaliſchen Kenntniſſe angemeſſeneres Wörterbuch auszuarbeiten.

Wie dieſer Verſuch ausgefallen ſey, und ob es der Mühe lohne, ihn fortzuſetzen, darüber wird das Urtheil der Kenner und die Aufnahme dieſes erſten Theiles meiner Arbeit entſcheiden. Ich habe den Plan dazu ſo angelegt, daß ich das Ganze binnen einigen Jahren in vier Bänden zu vollenden hoffen kan. So lange meine Berufsgeſchäfte noch nicht alle Stunden ausfüllen, die ich zur Arbeit anwenden darf, kenne ich kein größeres Vergnügen, als den Gedanken, durch meine geringe Kenntniß der Mathematik und Naturlehre irgend etwas Nützliches bewirket zu haben. Und da dieſes der einzige Zweck meiner Bemühungen iſt, ſo wird mir jeder gegründete Tadel und jeder freundſchaftliche Rath willkommen, und wenn er mich auf beſſere Wege leitet, oder von einer unbrauchbaren Arbeit abhält, in hohem Grade ſchätzbar ſeyn.

Bey allem dem, was ich an den Werken des **Briſſon** und **la Fond** auszuſetzen gefunden habe, muß ich dennoch dankbar geſtehen, daß ſie mir bey meiner eignen Arbeit keinesweges unbrauchbar geweſen ſind.

Ich habe mich nicht allein bey Zuſammentragung der Worte, welchen die Artikel dieſes Wörterbuchs gewidmet ſind, mit Nutzen bedient, ſonedrn auch bey der Ausführung ſelbſt, beſonders aus dem Briſſon, manches aufgenommen, deſſen Herbeyholung aus andern Quellen mir mehr Zeit und Mühe würde gekoſtet haben. Ueberhaupt wird Niemand in dieſem Wörterbuche neue Erfindungen ſuchen; eine Arbeit dieſer Art kan nicht viel mehr, als Compilation aus andern Schriftſtellern ſeyn. Ich habe daher, um mich keines Plagiats ſchuldig zu machen, am Ende eines jeden Artikels mit kleinerer Schrift diejenigen Quellen angezeigt, aus welchen ich bey Abfaſſung deſſelben geſchöpft habe. Man wird, wie ich hoffe, finden, daß ich gute Quellen gewählt, auch daß ich dieſelben nie ſclaviſch und ohne Beurtheilung gebraucht habe. Wo dergleichen Quellen nicht angegeben ſind, habe ich entweder gar keine, oder bloß die im Texte ſelbſt angezeigten Schriften gebraucht.

Mit Vorſatz habe ich, vielleicht wider den Geſchmack des gegenwärtigen Zeitalters, an verſchiedenen Stellen dieſes erſten Theils, mathematiſche Berechnungen und durch Formeln ausgedrückte Beweiſe eingerückt, theils weil ſich gewiſſe wichtige Sätze gar nicht anders oder doch nicht kürzer ausdrücken und beweiſen laſſen, theils auch, um deutlich zu zeigen, daß zu einer wahren und richtigen Kenntniß der Natur die Bekanntſchaft mit der höhern Mathematik ganz unentbehrlich

ſey. Daß ich bey den in die Chemie einſchlagenden Artikeln das Macquerſche Wörterbuch mit Herrn Leonhardi Zuſätzen zum Grunde gelegt, und nur da, wo es erforderlich war, die neuern Entdeckungen nachgetragen habe, wird Niemand, dem die Vorzüge dieſes Werks bekannt ſind, tadeln.

Ein großer Theil der Artikel dieſes Wörterbuchs iſt der Geſchichte der Meinungen und Erfindungen gewidmet, welche wenigſtens für mich jederzeit ein ſehr lehrreiches und angenehmes Studium ausgemacht hat. Mehrentheils läuft auch alles, was wir von einem phyſikaliſchen Begriffe oder Gegenſtande ſagen können, auf eine Erzählung deſſen hinaus, was die Menſchen bisher über denſelben gedacht und erfahren haben und ſo iſt die Naturlehre ſelbſt großentheils Geſchichte. Außerdem bietet aber auch die alphabetiſche Ordnung eine beſondere Bequemlichkeit dar, hiſtoriſche Nachrichten bey jedem einzelnen Gegenſtande beyzubringen, welche bey einer ſyſtematiſchen Anordnung den Zuſammenhang der Sätze allzu oft unterbrechen würden, und ich habe nicht umhin gekonnt, dieſe Bequemlichkeit, ſo viel möglich war, zu benützen, auch in den meiſten Artikeln die vornehmſten Schriften, aus welchen man mehrern Unterricht ſchöpfen kan, anzuzeigen.

Briſſon hat in der, ſeinem Wörterbuche beygefügten, Einleitung eine Ordnung angegeben, in wel-

cher man die Artikel deſſelben leſen ſoll, wenn man es als ein vollſtändiges Lehrbuch über die Naturlehre gebrauchen will. Ob ich gleich die Möglichkeit nicht läugne, aus einem wohl abgefaßten Wörterbuche auf dieſe Art eine Wiſſenſchaft zu erlernen, ſo würde ich doch eine ſolche Methode nie anrathen. Ich beſtimme den Verſuch, deſſen Anfang ich hiemit dem Publikum übergebe, nicht für diejenigen, welche die ganze Naturlehre erlernen wollen, ſondern für die, welche umſtändliche, deutliche und richtige Belehrung über einzelne Gegenſtände derſelben ſuchen, oder, wenn ſie bereits den Umfang der Wiſſenſchaft überſehen haben, ſich alles desjenigen, was darinn einen beſondern Gegenſtand angeht, aufs neue zu erinnern wünſchen. In dieſer Abſicht habe ich mich bemüht, die in dieſer Wiſſenſchaft vorkommenden Begriffe deutlich zu erklären die Bedeutung der Worte genau zu beſtimmen, bey jedem einzelnen Gegenſtande eine kurze Geſchichte der darüber vorhandenen Meynungen, angeſtellten Erfahrungen und daraus gezognen Folgen und Muthmaßungen beyzubringen, die vornehmſten für gewiß erkannten Sätze vorzutragen und zu beweiſen, die zu Anſtellung der Verſuche nöthigen Werkzeuge zu beſchreiben, überall aber, nach meinen beſten Einſichten und Kräften, bloß nützliche Wahrheiten mitzutheilen, Vorurtheile hingegen und eingebildetes Wiſſen zu beſtreiten.

Möchte ich doch beym Schluſſe dieſer Arbeit ſo glücklich ſeyn, durch meine geringen Bemühungen etwas zur Verbreitung einer Wiſſenſchaft, die mir ungemein werth iſt, beygetragen zu haben!

Leipzig, in der Jubilatemeſſe 1787.

D. Johann Samuel Traugott Gehler.

Phyſikaliſches Wörterbuch
oder
Verſuch einer Erklärung der vornehmſten Begriffe und Kunſtworte der Naturlehre, in alphabetiſcher Ordnung.

A

Abdampfen, Abrauchen, Evaporatio, *Evaporation.* Eine chymiſche Arbeit, durch welche man vermittelſt der Luft und eines gewiſſen Grades der Wärme flüchtige Subſtanzen von feuerbeſtändigen oder weniger flüchtigen ſcheidet. So läßt man z. B. aus Salzauflöſungen das überflüſſige Waſſer an der warmen Luft abdampfen, um die Salze, welche alsdann in Kryſtallen anſchießen, übrig zu behalten.

Das Abdampfen iſt von der Deſtillation nur darin unterſchieden, daß man die flüchtige Subſtanz beym Deſtilliren aufſammelt, beym Abdampfen aber davon gehen läßt; daher geſchieht das Abdampfen in ofnen und flachen Gefäßen, welche der Luft viel Oberfläche ausſetzen, z. B. in Schaalen, Näpfen, Scherben. Der nöthige Grad der Wärme richtet ſich nach den Graden der Flüchtigkeit und Feuerbeſtändigkeit beyder Subſtanzen und nach der Stärke ihres Zuſammenhangs. Iſt die Subſtanz, welche zurückbleiben ſoll, weniger feuerbeſtändig, und hängt ſie feſt an der flüchtigen, ſo muß die Wärme gelind und langſam wirken. Im entgegengeſetzten Falle iſt ein höherer Grad der Wärme, und ein auf die Oberfläche der Miſchung gerichteter Luftzug dienlich.

Macquers chymiſches Wörterbuch, Art. Abdampfen.

Abend, Abendgegend, Occidens, Plaga occidentalis, *Occident, Oueſt.* Diejenige Welt- oder Himmelsgegend, an welcher die Geſtirne untergehen. Man hat ſie zur Rechten, wenn man das Geſicht nach Mittag kehret.

Abend, Abendzeit, Veſpera, *Soir.* Die Zeit, um welche die Sonne untergehet, die Stunden vor und nach dem Augenblicke des Untergangs mit begriffen.

Abenddämmerung, ſ. **Dämmerung.**

Abendpunkt, Weſtpunkt, Occidens, *Occident, Couchant, Oueſt.* Der Durchſchnittspunkt des Aequators mit dem Horizonte an derjenigen Seite des Himmels, an welcher die Geſtirne untergehen. Er iſt einer von den vier Haupt- oder Cardinalpunkten, durch welche im Horizonte die vier Hauptgegenden beſtimmt werden. ſ. **Weltgegenden.** Die Schiffer nennen ihn **Weſten.** Von ihm heißt die ganze umliegende Gegend des Himmels die **Abendgegend,** und man ſagt von dem, was ſich in dieſer Gegend zuträgt, **es geſchehe gegen Abend.** An den Tagen der Nachtgleichen (um den 21 März und 21 Sept.), wenn die Sonne im Aequator ſteht, geht ſie im Abendpunkte ſelbſt unter. An den übrigen Tagen des Jahres ſtehen die Punkte des Horizonts, in welchen die Sonne untergeht, von dieſem **wahren** oder **eigentlichen Abendpunkte** ab, und fallen bey uns im Sommer weiter gegen Mitternacht, im Winter weiter gegen Mittag. Die Untergangspunkte der Sonne am längſten und kürzeſten Tage ſind vom wahren Abendpunkte am weiteſten entfernt, und führen bisweilen die Namen des Sommer- und Winterabendpunkts (*Occident d'été, Occident d'hiver*). Für Leipzig ſtehen ſie vom wahren Abendpunkte um 39° 35′ 39″ ab.

Abendſtern, Heſperus. Ein Beyname der Venus, wenn ſie, nach ihrer obern Conjunction mit der Sonne, auf der Morgenſeite derſelben erſcheint, und alſo Abends nach Sonnenuntergang geſehen wird. ſ. **Venus.**

Abendweite, Amplitudo occidua, *Amplitude occaſe ou occidentale.* Taf. I. Fig. 1. Die Abendweite OS iſt der Abſtand des Punktes S, in welchem ein Geſtirn untergeht, vom wahren Abendpunkte O. Dieſer Abſtand iſt, wie die Figur zeigt, ein Bogen des Horizonts HR. Iſt derſelbe, wie in der Figur, von O aus gegen Mitter-

nacht gerichtet, ſo heißt die Abendweite **nördlich** (ſeptemtrionalis); gienge aber das Geſtirn in S unter, daß OS von O aus nach Mittag gekehrt wäre, ſo hieße die Abendweite **ſüdlich** (meridionalis). Man ſieht leicht, daß die Geſtirne in der nördlichen Halbkugel AOQP eine nördliche, hingegen die in der ſüdlichen Halbkugel AOQp eine ſüdliche Abendweite haben.

Um die Abendweite OS eines Geſtirns zu finden, muß ſein Abſtand vom Aequator DS oder ſeine Abweichung, nebſt der Aequatorhöhe des Orts, welche dem Winkel O gleich iſt gegeben ſeyn. Dann iſt im Dreyeck ODS

$$\sin. O : \sin. DS = \sin. tot : \sin. OS,$$

wo OS nördlich oder ſüdlich iſt, je nachdem DS das eine oder das andere iſt. Für ſin. tot = 1, giebt dies die Formel

$$\sin.\text{Abendw.} = \frac{\sin.\text{Abweich.}}{\sin.\text{Aequatorh.}} = \frac{\sin.\text{Abweich.}}{\cos.\text{Polhöhe}}$$

Vermittelſt dieſer Formel läßt ſich eine Tafel berechnen, in welcher man für die Polhöhe eines jeden Orts und die Declination eines jeden Geſtirns die zugehörige Abendweite aufſchlagen kan, dergleichen ſich in der Berliner Sammlung aſtronomiſcher Tafeln (Band III. S. 255) unter dem Titel: Tafel für die Weiten in Oſt und Weſt, findet.

Für Leipzig, deſſen Polhöhe 51° 19′ 41″ iſt, findet man die Abendweite der Sonne am längſten und kürzeſten Tage (wo die Abweichung = 23° 28′ 8″ beträgt) = 39° 35′ 39″. An den Tagen der Nachtgleichen hingegen iſt die Abendweite der Sonne = 0.

Die Berechnung der Abendweiten der Sonne nützt vorzüglich den Seefahrern zu Beobachtung der Abweichung der Magnetnadel.

Abirrung des Lichts, Aberratio lucis, *Aberration de la lumiere*. Eine ſcheinbare Bewegung der Sterne, vermöge welcher ſie jährlich am Himmel eine kleine Ellipſe zu durchlaufen ſcheinen, deren große Axe 20 Secunden eines größten Kreiſes beträgt.

Dieſe merkwürdige Erſcheinung ward von Jacob

Bradley entdeckt, als er im Jahre 1725 in Kew bey London mit einem von Graham verfertigten Sector von 24 Fuß Halbmeſſer, deſſen Gradbogen nur einige Minuten vom Kreiſe enthielt, die Abſtände einiger Sterne vom Zenith verſchiedene Tage nach einander beobachtete, um zu ſehen, ob er dabey irgend ein Merkmal einer jährlichen Parallaxe der Erdbahn wahrnehmen könnte, ſ. **Parallaxe der Erdbahn.** Er ſetzte ſeine Beobachtungen hierüber bis ins Jahr 1728 fort, und bemerkte, daß alle Fixſterne zu der Zeit, wenn ſie am Tage durch den Mittagskreis giengen, täglich etwas weiter gegen Süden fortrückten, zu der Zeit hingegen, wenn ſie des Nachts culminirten, von Tag zu Tag weiter gegen Norden giengen; überhaupt aber alle nach Verlauf eines Jahres wieder in ihre vorige Stelle zurück kamen, nachdem ſie mittlerweile eine Ellipſe durchlaufen hatten, deren große mit der Ekliptik parallele Axe 40″ betrug, die kleinere auf der Ekliptik ſenkrecht ſtehende aber, bey Sternen in der Ekliptik ſelbſt, Null, im Pole der Ekliptik ebenfalls 40″ war, und in den Zwiſchenſtellen ſich, wie der Sinus der Breite des Sterns, verhielt; daher der Stern γ oder B im Drachen, welcher nahe am Nordpole der Ekliptik ſteht, einen Kreis von 40″ im Durchmeſſer zu beſchreiben ſchien. Dieſe Bewegung aber erfolgte gar nicht nach den Regeln, nach welchen ſich eine aus der jährlichen Parallaxe der Erdbahn entſtehende ſcheinbare Bewegung hätte darſtellen müſſen.

Als **Bradley** verſichert war, daß dieſe Bewegung ein allgemeines Phänomen aller Fixſterne ſey, ſo unternahm er es, die Urſache derſelben zu erforſchen. Es mußte eine jährlich wiederkehrende und allgemeine Urſache entdeckt werden, deren Wirkung ſich, wie der Sinus der Breite des Sterns, verhielt, und bey ihrem größten Werthe 40″ betrug.

Glücklicher Weiſe bemerkte **Bradley**, daß dieſe 40″ genau den Bogen der Erdbahn ausmachen, den die Erde in 16 Minuten Zeit durchläuft, und es fiel ihm bey, daß das Licht gerade eben dieſe Zeit von 16 Minuten brauche,

um den Durchmeſſer der Erdbahn zu durchlaufen, ſ. **Licht.** Er konnte ſich nun ſogleich vorſtellen, daß wir die in der Ekliptik ſtehenden Sterne, wenn ſie in Conjunction mit der Sonne ſind, und alſo hinter ihr und weiter von uns ſtehen, um 16 Minuten ſpäter erblicken müſſen, als wenn ſie in Oppoſition, d. i. auf eben der Seite der Sonne mit uns ſelbſt, und alſo uns um den Durchmeſſer der Erdbahn näher ſtehen, und daß wir ſie eben deswegen im erſtern Falle um 40″ weniger fortgerückt erblicken, als im letztern, woraus ſich die Phänomene der Abirrung für die in der Ekliptik ſtehenden Sterne, welche ſtatt der Ellipſe eine gerade Linie zu beſchreiben ſcheinen, vollkommen erklären.

In Abſicht auf die außer der Ekliptik ſtehenden Sterne fiel **Bradley** auf den glücklichen Gedanken, die Bewegung des Lichts mit der Bewegung der Erde nach den Geſetzen der Zuſammenſetzung der Bewegungen (ſ. **Zuſammenſetzung der Bewegungen**) zu verbinden, und nachdem er ſeine Erklärung mit allen Beobachtungen übereinſtimmend gefunden hatte, ſtattete er davon im Jahre 1728 öffentlich Bericht ab. (Philoſ. Transact. No. 406.)

Es ſey E (Taf. I. Fig. 2.) ein Stern, der den Lichtſtrahl EB zu uns ſendet, AB ein kleiner Theil der Erdbahn, und CB der Weg, den der Stral durchlaufen hat, indem die Erde von A bis B gieng, daß ſich alſo CB und AB, wie die Geſchwindigkeiten des Lichts und der Erde, d. i. wie 10313 : 1 verhalten müſſen. Man verzeichne das Parallelogramm ABCD, ſo wird ſich die Bewegung des Lichtſtrals CB, in die beyden Bewegungen CD = BF und CA = DB zerlegen laſſen (ſ. **Zuſammenſetzung der Bewegungen**). Von dem Theile BF kan das in B anlangende Auge nichts empfinden, weil die Bewegung BF mit der Bewegung des Auges durch AB nach einerley Richtung geht; es empfindet daher nur den Theil DB, und ſieht den Stern E nach der Richtung BD, alſo von ſeinem wahren Orte E um den Winkel EBD entfernt, welcher = ACB iſt, und der **Abirrungswinkel** genannt wird.

Iſt der Winkel B ein rechter, und CB : BA, wie 10313 : 1, ſo giebt die Trigonometrie den Abirrungswinkel ACB = 20 Secunden.

Iſt hingegen, wie Taf. I. Fig. 3, CB gegen AB geneigt, ſo iſt ACB kleiner, als im vorigen Falle, oder wie die Trigonometrie lehrt, = 20″ multiplicirt in den Sinus des Winkels CAB. Auch rückt die Abirrung den ſcheinbaren Ort des Sterns E jederzeit nach derjenigen Gegend fort, nach welcher die Erde ſelbſt fortgehet.

Nun ſey Taf. I. Fig. 4. CROH die Erdbahn um die Sonne S, in e ein Stern unter der nördlichen Breite eSG, ſo wird derſelbe mit der Sonne S in Conjunction erſcheinen, wenn die Erde in C, in Oppoſition hingegen, wenn ſie in O ſtehet. In beyden Fällen treffen die von e einfallenden überall mit eS parallelen Lichtſtralen eC und eO unter rechten Winkeln auf die Richtungen der Erdbahn bey C und O, es iſt alſo der Abirrungswinkel beydemal 20″, und zwar bey der Conjunction weſtlich nach c, bey der Oppoſition öſtlich nach o gerichtet. Daher der Abſtand der beyden ſcheinbaren Orte c und o, 40″ betragen muß.

In den mittlern Zeitpunkten hingegen, wenn des Sterns Länge um 90° vom Orte der Sonne unterſchieden iſt, d. i. wenn die Erde in R und H ſteht, machen die von e einfallenden Lichtſtralen eR und eH mit der Richtung der Erdbahn in R und H Winkel, welche der Breite des Sterns eSG gleich ſind; daher iſt hier die Größe der Abirrung = 20″ multiplicirt in den Sinus der Breite des Sterns, und zwar das Einemal nach r, das Anderemal nach h zu gerichtet, wodurch im erſten Falle die Breite vermindert, im andern vergrößert wird. Der Unterſchied beyder Breiten in r und h beträgt daher 40″ multiplicirt in den Sinus der Breite. Die Erde in C, R, O, H ſieht alſo den Stern in der Ellipſe c, r, o, h gehen, deren große der Ekliptik parallele Axe co = 40″, die kleine rh = 40″ multiplicirt in den Sinus der Breite iſt.

So beſchreibt Arktur, deſſen nördliche Breite beyläufig 30 Grad beträgt, eine jährliche Abirrungsellipſe, de-

ren kleine auf die Ekliptik ſenkrechte Axe = 40″. ſin. 30° = 20″ beträgt. Den 13 October am Tage ſeiner Conjunction mit der Sonne ſteht er im äußerſten weſtlichen Theile derſelben zur Rechten, den 11 Jan. am unterſten oder ſüdlichen Ende der kleinen Axe, den 12 April, am Tage der Oppoſition am meiſten oſtwärts, und den 12 Jul. am meiſten nordwärts.

Dieſe Veränderung des Ortes der Sterne in ihrer Abirrungsellipſe ändert ihre Länge, Breite, gerade Aufſteigung und Abweichung. Wie viel jede dieſer Veränderungen betrage, läßt ſich durch trigonometriſche Rechnungen beſtimmen. Bey den Planeten und Kometen ſind die Wirkungen der Abirrung ſo groß, als der Winkel, unter welchem ihre Bewegung in der Zeit, in welcher das Licht von ihnen zu uns kömmt, von der Erde aus in die Augen fällt, und laſſen ſich alſo aus ihren Entfernungen und Bewegungen leicht berechnen.

Die Abirrung des Lichts hat übrigens den Aſtronomen einen ganz neuen und directen Beweis von der Wirklichkeit des Umlaufs der Erde um die Sonne verſchaft, und dadurch die Wahrheit der Lehren des Copernicus auf eine unerwartete Weiſe beſtätiget, ſ. Weltſyſtem.

de la Lande aſtronomiſches Handbuch, §. 772 und f. Smith's Lehrbegrif der Optik, durch Käſtner, 4 Buch, 7 Cap. Seite 353 Bode Erklärung der Sternkunde, §. 615.

Ableiter, ſ. Blitzableiter.

Abſolut nennt man dasjenige, was bloß an ſich, und ohne Beziehung auf etwas anderes ähnliches betrachtet wird. Dem Abſoluten wird das Relative, bisweilen das Specifiſche, entgegengeſetzt. Beyſpiele hievon findet man in den Artikeln: Bewegung, Geſchwindigkeit, Gewicht, Kraft, Ort, Schwere.

Abſorbirend, Abſorbentia, *Abſorbants* heißen überhaupt alle Subſtanzen, welche ſich mit Säuren zu verbinden im Stande ſind, z. B. die Laugenſalze und Kalcherden. Hauptſächlich führen die letztern, z. B. der Kalchſtein, die

Kreide, die Krebsaugen, gebrannten Knochen u. dergl. den Namen der abſorbirenden Materien. Wenn dieſe Materien ein gebundenes Gas in ſich enthalten, ſo entſteht bey ihrer Verbindung mit den Säuren ein Aufbrauſen.

Abſtand, ſ. Entfernung.

Abſtand vom Scheitel, Diſtantia a vertice, *Diſtance au Zenith*. Der zwiſchen dem Scheitelpunkte oder Zenith und einem Geſtirne oder andern Punkte des Himmels enthaltene Bogen eines Scheitelkreiſes. Da der Scheitelpunkt überall um 90° vom Horizonte entfernt iſt, ſo macht eines Geſtirns Abſtand vom Scheitel mit deſſen Höhe jederzeit 90° aus, oder: der Abſtand vom Scheitel iſt das Complement der Höhe. Iſt z. B. die Höhe eines Sterns 55°, ſo wird ſein Abſtand vom Scheitel 35° ſeyn.

Die Sonne hat den geringſten Abſtand vom Scheitel am Mittage des längſten, den größten am Mittage des kürzeſten Tages. Jener beträgt für Leipzig 27° 51′ 33″, dieſer, 74° 47′ 49″.

Abſtand der Nachtgleiche vom Mittage, Diſtantia aequinoctii a Sole, *Diſtance de l'équinoxe au ſoleil ou au meridien*, heißt in der Sternkunde die Anzahl von Graden oder von Stunden, welche der Frühlingspunkt von dem Augenblicke des Mittags an noch zu durchlaufen hat, ehe er in den Mittagskreis gelangt.

Dieſer Abſtand der Nachtgleiche vom Mittage iſt, in Graden ausgedrückt, jederzeit 360° weniger der geraden Aufſteigung der Sonne. Man ſetze z. B. die gerade Aufſteigung der Sonne ſey 90°, oder die Sonne komme mit dem 90ſten Grade des Aequators zugleich in den Mittagskreis, ſo wird in dem Augenblicke, da dieſes geſchieht, der Frühlingspunkt oder Anfang des Aequators 90° weiter gegen Abend ſtehen, und alſo noch 270° zurückzulegen haben, ehe er den ganzen Cirkel vollendet, und alſo das Nächſtemal wieder in den Mittagskreis tritt. Daher iſt ſein Abſtand vom Mittage 270° = 360° — 90°.

Will man dieſen Abſtand in Zeit ausdrücken, ſo müſ-

ſen die Grade deſſelben in Zeit verwandelt werden, ſ. die Artikel: Sternzeit, Sonnenzeit. So geben 270° in dem angenommenen Beyſpiele 18 Sternſtunden oder 17 St. 57 Min. 3 Sec. mittlere Sonnenzeit. So viel Zeit verfließt alſo noch, vom Mittage an gerechnet, ehe der Frühlingspunkt den Mittagskreis erreicht.

In den beſten aſtronomiſchen Kalendern (z.B. Bode aſtronomiſchem Jahrbuch) findet man für jeden Mittag des Jahres dieſen Abſtand in Sternzeit, unter der Rubrik: Oeſtlicher Abſtand 0° ♈ von der Sonne, angegeben. Man gebraucht ihn, um die Stunde zu finden, zu welcher jeder Stern durch den Mittagskreis geht, ſ. Culmination.

Abſteigende Knoten, ſ. Knoten.

Abſteigende Zeichen, ſ. Thierkreis.

Abſteigung, gerade, Deſcenſio recta, *Deſcenſion droite*, iſt mit der geraden Aufſteigung völlig einerley. Es wird nemlich darunter der Bogen des Aequators verſtanden, welcher zwiſchen dem Frühlingspunkte und dem Abweichungskreiſe eines Geſtirns enthalten iſt. Der letzte Punkt dieſes Bogens geht in den Ländern, wo die Sterne unter rechten Winkeln auf- und untergehen, mit dem Sterne zugleich auf und unter; er begrenzt alſo deſſen gerade Aufſteigung und Abſteigung zugleich, daher beyde einerley ſind. ſ. Aufſteigung.

Abſteigung, ſchiefe, Deſcenſio obliqua, *Deſcenſion oblique*. Derjenige Bogen des Aequators, welcher zwiſchen dem Frühlingspunkte oder Anfange des Aequators, und dem mit einem Geſtirne zugleich untergehenden Punkte deſſelben, enthalten iſt. Zur Vergleichung ſ. den Artikel: Aufſteigung, ſchiefe.

Der Unterſchied der geraden und ſchiefen Abſteigung eines Geſtirns heißt ſeine Deſcenſionaldifferenz. Dieſe iſt bey Geſtirnen, die ihre Lage gegen die Fixſterne nicht merklich ändern, mit der Aſcenſionaldifferenz einerley, ſ. Aſcenſionaldifferenz. Aus ihr findet ſich die ſchiefe Abſteigung durch die Formel

ſchiefe Abſt. = gerade Aufſt. + Deſc. diff.
wo man bey negativem Werthe der Deſcenſionaldifferenz, ſtatt zu addiren, ſubtrahiren muß.

Abweichung, aſtronomiſche oder Declination der Geſtirne, Declinatio, *Declinaiſon*, heiſt in der Sternkunde der Abſtand der Geſtirne vom Aequator, durch den Bogen eines größten Kreiſes gemeſſen. Wenn Taf. I. Fig. 5. durch den Stern S und die beyden Weltpole P und p ein größter Kreis PSDp geführt wird, welcher auf dem Aequator A Q ſenkrecht ſtehet, weil er durch deſſen Pole geht: ſo heiſt dieſer Kreis des Geſtirns Abweichungskreis oder Declinationscirkel. Der zwiſchen dem Geſtirne S und dem Punkte des Aequators D enthaltene Bogen dieſes Kreiſes SD iſt des Geſtirns Abweichung.

Wenn das Geſtirn zwiſchen dem Aequator und dem Nordpole P ſteht, ſo heiſt ſeine Abweichung SD **nördlich** (borealis), **ſüdlich** (auſtralis) hingegen, wenn ſich das Geſtirn zwiſchen dem Aequator und dem Südpole befindet. In den Formeln kan man die nördlichen Abweichungen poſitiv, die ſüdlichen negativ, ſetzen. Die Abweichung eines im Aequator ſelbſt ſtehenden Geſtirns iſt = 0; eines im Pole ſtehenden Abweichung wäre = 90°. Auch erhellet, daß keine Abweichung über 90° betragen könne.

Durch die Abweichung SD und die gerade Aufſteigung ♈ D (ſ. Aufſteigung) wird die Stelle eines Geſtirns am Himmel beſtimmt, und von den Stellen aller übrigen Geſtirne unterſchieden. Es iſt daher für den Sternkundigen eine ſehr wichtige Arbeit, die Abweichungen der Geſtirne durch Beobachtungen zu erforſchen.

Man findet aber die Abweichungen der Geſtirne ſehr leicht durch Beobachtungen ihrer Mittagshöhen. In dem Augenblicke, in welchem ein Geſtirn durch den Mittagskreis geht, coincidirt ſein Abweichungskreis mit dem Mittagskreiſe, als welcher allezeit durch die Weltpole, und in dieſem Augenblicke auch durch das Geſtirn geht. Mithin iſt die Abweichung dem zwiſchen dem Geſtirne und dem Aequator enthaltenen Bogen des Mittagskreiſes gleich, welcher in

dieſem Augenblicke den Unterſchied zwiſchen der Höhe des Geſtirns und der Höhe des Aequators im Mittagskreiſe ausmacht. Iſt nun die letztere für den Ort der Beobachtung bekannt (ſ. Aequatorhöhe), ſo läßt ſie, von der Mittagshöhe des Geſtirns abgezogen, die Abweichung deſſelben übrig z. B.

Mittagshöhe der Sonne zu Paris d. 21 Jun. 1738	64° 38′ 10″	(Caſſini Elem. de
Aequatorhöhe von Paris	41 9 50	l'Aſtr. L. II. ch. 4)
Abweichung der Sonne	23 28 20 nördlich.	

Iſt die Mittagshöhe des Geſtirns kleiner, als die Aequatorhöhe, ſo bleibt eine negative oder ſüdliche Abweichung übrig.

Die Aſtronomen haben durch häufige Beobachtungen der Mittagshöhen die Abweichungen der meiſten Fixſterne gefunden, und in die Fixſternverzeichniſſe (Catalogos fixarum) eingetragen. Aus den geraden Aufſteigungen und Abweichungen der Sterne laſſen ſich ihre Längen und Breiten berechnen; und dieſe von Tycho de Brahe mehr in Gang gebrachte Methode iſt leichter und ſichrer, als ein gewiſſes Verfahren der Alten, welche die Längen und Breiten unmittelbar durch Beobachtungen ſuchten. Tycho hat zu Beſtimmung der Mittagshöhen den in der Mittagsfläche befeſtigten Quadranten (Mauerquadrant, quadrans Tychonicus) eingeführt.

Die Abweichung der Sonne iſt in unſern Ländern im Frühling und Sommer nördlich, im Herbſt und Winter ſüdlich. An den Tagen der Nachtgleichen (den 21 März u. 21 Sept.) iſt ſie = 0, an den Tagen der Sonnenwenden (den 21 Jun. u. 21 Dec.) hingegen am größten, und der Schiefe der Ekliptik gleich, d. i. jetzt 23° 28′ 8″. ſ. Schiefe der Ekliptik. Man berechnet die Abweichung der Sonne für jeden Tag im Jahre aus der Schiefe der Ekliptik und dem Orte oder der Länge der Sonne, durch die Formel: ſin. Abweich. = ſin. Schiefe der Ekl. × ſin. Länge der ☉. Dadurch laſſen ſich Tafeln berechnen, in welchen man die Abweichung der Sonne für jeden Punkt ihrer Bahn durch

Aufſchlagen finden kan, dergleichen die Berliner Sammlung aſtronomiſcher Tafeln (B. 1. S. 274. Taf. XXI.) unter dem Titel: Die Abweichung der Sonne für die Schiefe der Ecliptik 32° 28′ 15″ nebſt Verbeſſerung für eine Minute Veränderung dieſer Schiefe, liefert.

Abweichung, dioptriſche, oder Abirrung der Gläſer, Aberratio lentium, *Aberration des verres*, heißt derjenige Unterſchied, der bey Gläſern, Fernröhren und Mikroſkopen daraus entſteht, daß ſich die aus einem Punkte des Gegenſtandes kommenden Lichtſtralen nicht wieder genau in einem Punkte vereinigen. Da aber zu einem deutlichen Bilde erfordert wird, daß alles aus einem Punkte des Gegenſtandes gekommene Licht, wieder in einem Punkte vereiniget werde, ſo ſtört dieſe Abweichung die Deutlichkeit der Bilder, und man muß ſie daher bey allen dioptriſchen Werkzeugen, ſo viel möglich, zu vermeiden ſuchen. Sie entſteht aber aus einer doppelten Urſache, und theilt ſich daher in zweyerley Abweichungen, von welchen die beyden folgenden Artikel handeln.

Abweichung wegen der Geſtalt der Gläſer, Aberratio ob figuram ſ. ſphaericitatem lentium, *Aberration de ſphèricité*. Dieſe entſteht daher, weil eine Glaslinſe, deren Oberflächen eine ſphäriſche Krümmung haben, die aus einem Punkte des Gegenſtandes kommenden Lichtſtralen nie wieder völlig in einen Punkt vereiniget. Jedoch vereinigen ſich diejenigen Stralen, welche nahe bey der Axe oder um die Mitte des Glaſes einfallen, in einem ſehr engen Raume, und für ſie iſt alſo dieſe Abweichung geringer, als für die weiter von der Axe ab und gegen den Rand zu einfallenden Stralen. Man vermeidet daher den größten Theil dieſer Abweichung, wenn man den Rand der Gläſer mit etwas Undurchſichtigem bedeckt, und nur in der Mitte eine kreisrunde Oefnung frey läßt. ſ. Blendung und Apertur. Gewöhnlich werden dadurch die Wirkungen dieſer Abweichung ſo ſtark vermindert, daß man den noch übrigbleibenden Fehler für unbeträchtlich halten kan.

Man ſchrieb ehedem die Undeutlichkeit, die in den dioptriſchen Werkzeugen noch immer unvermeidlich blieb, ganz allein dieſer Art von Abweichung zu, und ſuchte daher zu Verbeſſerung der Fernröhre noch andere und wirkſamere Mittel zu finden, als die damals gewöhnlichen ſtarken Bedeckungen waren. Die Theorie der Brechung lehrt, daß planconvexe Gläſer, mit elliptiſchen Hinterflächen von einer beſtimmten Krümmung, Parallelſtralen genau in einen Punkt vereinigen; Gläſer mit hyperboliſchen Vorderflächen aber die aus ihrem Brennpunkte kommenden Stralen wieder parallel ausſenden. Man dachte daher, nach dem Vorſchlage des Carteſius, die Abweichung wegen der Geſtalt der Gläſer durch Linſen mit elliptiſch und hyperboliſch gekrümmten Flächen zu vermeiden. D. Wrenn gab dazu (Philoſ. Transact. no. 53.) ein ſinnreiches Mittel an; ja Newton ſelbſt beſchäftigte ſich im erſten Anfange ſeiner Unterſuchungen mit Schleifung optiſcher Gläſer von anderer als ſphäriſcher Geſtalt.

Nachdem aber der Letztere im Jahre 1666 die zweyte weit beträchtlichere Abweichung der Gläſer entdeckt hatte, verwarf er ſogleich dieſe Bemühungen, elliptiſche und hyperboliſche Gläſer zu ſchleifen, als unnütz, weil jede andere Brechung eine andere Geſtalt der Gläſer erfordere, und alſo bey der verſchiedenen Brechbarkeit des Lichts ein Glas von beſtimmter Geſtalt nur für eine gewiſſe Gattung von Lichtſtralen, keinesweges aber für alle Stralen, die Abweichung heben könne. Ueberdieß fand er die Wirkungen der zweyten neuentdeckten Abweichung mehrere tauſendmal größer, als die Wirkungen der bisher bekannten, und ſchloß daher mit Recht, daß die Unvollkommenheiten der Fernröhre faſt gänzlich auf die Rechnung der zweyten Art der Abweichung zu ſetzen wären, daher es überflüßig ſey, für die Vermeidung der erſtern weiter Sorge zu tragen, bevor man nicht Mittel gefunden habe, der zweyten abzuhelfen, von welcher der folgende Artikel handelt.

Abweichung wegen der verſchiedenen Brechbarkeit der Lichtſtralen, Aberratio ob diverſam re-

frangibilitatem lucis, *Aberration de refrangibilité.* Dieſe Abweichung rührt daher, daß die Lichtſtralen nach Newtons Entdeckung bey der Brechung zertheilt, und in Stralen von verſchiedenen Farben zerſtreut werden, deren einige eine ſtärkere, andere eine geringere Brechung leiden. ſ. Brechbarkeit, Farbenzerſtreuung. Daher werden unter den von einem Punkte ausgehenden Stralen einige näher, andere weiter hinter dem Glaſe vereiniget, und es entſtehen ſo viele Bilder des Gegenſtandes, als das Licht Farben enthält. Das von den blauen oder violetten Stralen entſtandene Bild ſteht dem Glaſe am nächſten, wie bey B, Taf. I. Fig. 6: das von den rothen Stralen gebildete am weiteſten bey R. Beyder Abſtand BR beträgt, wenn die Stralen nahe bey der Axe DC einfallen, ohngefähr $\frac{1}{30}$ von BC, ſonſt noch mehr. Bey dem im Jahre 1774 in Paris angeſtellten Verſuchen mit einer hohlen mit Weingeiſt gefüllten Linſe, von welcher nur ein 6—7 Lin. breiter Ring am Rande offen gelaſſen war (ſ. Brennglas), fand Briſſon (Mém. de Paris 1774.) die Entfernung des Vereinigungspunkts der Sonnenſtralen vom Mittelpunkte der Linſe

	Sch.	Zoll.	Lin.
für rothe Stralen — —	10	3	$11\frac{1}{2}$
— orangegelbe — —	10	2	10
— gelbe — —	10	2	3
— blaue — —	9	7	$10\frac{1}{2}$
— violette — —	9	6	$4\frac{1}{2}$

wo BR, 9 Zoll 7 Lin., oder $\frac{1}{12}$ von BC ausmacht.

Da ſich nun die von einem Punkte kommenden Stralen auf die in der Figur deutlich vorgeſtellte Art durchkreuzen, ſo kan weder in B oder R ſelbſt, noch irgendwo zwiſchen dieſen Punkten, ein deutliches Bild des ſtralenden Punktes entſtehen. In B z. B. wird das deutliche Bild, welches die blauen Stralen machen, mit Lichte von andern Farben, und am Rande mit rothem Lichte aus eben dem Punkte des Gegenſtandes, umgeben ſeyn; daher dieſe Abweichung dem Bilde zugleich falſche Farben und farbichte Ränder giebt.

Sobald Newton dieſe Abweichung entdeckt hatte, berechnete er, daß ſie bey den gewöhnlichen Fernröhren auf die Undeutlichkeit des Bildes 5000mal ſtärker wirke, als die Abweichung wegen der Geſtalt des Glaſes, daß ſie alſo das vornehmſte Hinderniß ausmache, welches der Vollkommenheit der Fernröhre im Wege ſtehe, von denen es, wie er ſagt, zu verwundern ſey, daß ſie die Gegenſtände noch ſo deutlich zeigten, als es wirklich geſchähe.

Er dachte nunmehr auf Mittel, dieſe Abweichung aufzuheben, ward aber unglücklicher Weiſe durch gewiſſe von ihm angeſtellte Verſuche und daraus gefolgerte Sätze verleitet, es für unmöglich zu halten, daß man jemals bey Gläſern die Wirkung der Farbenzerſtreuung werde aufheben können. Er gieng von dieſer Zeit an ganz von den Gedanken an die Verbeſſerung der Gläſer ab, und ſchlug ſtatt der Fernröhre mit bloßen Gläſern die mit Spiegeln vor, ſ. Spiegelteleſcop, weil bey der Zurückprallung des Lichts von Spiegeln keine Farbenzerſtreuung ſtatt findet. Dadurch iſt die weitere Unterſuchung dieſer Materie beynahe um ein ganzes Jahrhundert verſpätiget worden.

Endlich machte in neuern Zeiten, auf eine von Herrn Euler gegebne Veranlaſſung, der engliſche Künſtler Dollond die wichtige Entdeckung, daß es allerdings möglich ſey die Farbenzerſtreuung auch bey Fernröhren mit Gläſern zu vermeiden, wenn man zu dieſer Abſicht die Gläſer aus verſchiedenen Glasarten zuſammenſetze. Hierauf gründet ſich die Erfindung der Dollondiſchen achromatiſchen Fernröhre, in welchen die Abweichung wegen der Farbenzerſtreuung vermieden wird, wovon man den Artikel: Achromatiſche Fernröhre, nachſehen kan.

Abweichung, katoptriſche oder Abirrung der Hohlſpiegel, Aberratio ob figuram ſpeculorum, *Aberration de ſphericité des miroirs*, heißt der Unterſchied, welcher bey Hohlſpiegeln und Spiegelteleſcopen daher entſteht, daß die ſphäriſchen oder Kugelſpiegel die aus einem Punkte ausgegangenen Lichtſtralen nicht wieder in einen Punkt vereinigen, woraus eine Undeutlichkeit des Bildes

entſteht. Sollte dieſe Abweichung wegfallen, ſo müßte der Spiegel, wenn der Gegenſtand ſehr entfernt iſt, eine **paraboliſche** Krümmung haben. Denn die Parabel hat die Eigenſchaft, Stralen, welche mit ihrer Axe parallel einfallen, in ihrem Brennpunkte genau zu vereinigen. Man hat daher den Metallſpiegeln, die zu Teleſcopen dienen ſollen, eine paraboliſche Krümmung zu geben geſucht, wovon man unter dem Artikel: **Paraboliſche Spiegel**, ein mehreres finden wird.

Abweichung der Magnetnadel, Declinatio ſ. Variatio acus magneticae, *Declinaiſon ou Variation de l'aimant.* So nennt man denjenigen Winkel, um welchen die Richtung der Magnetnadel von der wahren Mittagslinie abweicht. Obgleich insgemein geſagt wird, der Magnet habe die Eigenſchaft, ſich mit einem gewiſſen Punkte nach Norden zu richten, und theile dieſe Eigenſchaft, die man ſeine **Polarität** nennt, auch den mit ihm beſtrichenen Nadeln mit, ſo gilt doch dieſe Behauptung nur mit einiger Einſchränkung. Sowohl der Magnet ſelbſt, als auch die Nadeln, richten ſich in den wenigſten Fällen genau nach Norden; ſie weichen faſt allezeit von der wahren Richtung der Mittagslinie um einige Grade, gegen Oſten oder Weſten, ab.

Allem Anſehen nach hat man die Abweichung der Magnetnadel bald nach dem erſten Gebrauche des Compaſſes zur Schiffahrt entdecken müſſen. Auch verſichert **Thevenot** in ſeiner Reiſebeſchreibung (Recueil des voyages. Paris, 1681. 8.), aus einem Briefe des **Peter Adſigerus** geſehen zu haben, daß deſſen Verfaſſer ſchon im Jahre 1269 eine Abweichung der Magnetnadel von 5 Graden wahrgenommen habe. Inzwiſchen finden ſich doch die erſten zuverläßigen Beobachtungen dieſer Abweichung nicht eher, als im ſechszehnten Jahrhunderte. **Herr de l'Isle** beſaß ein Manuſcript eines Piloten **Crignon** aus Dieppe, vom Jahre 1534, welches dem Admiral **Sebaſtian Chabot** zugeeignet war, und worinn die Abweichung der Magnetnadel erwähnt ward; daher es ein Misverſtändniß

zu ſeyn ſcheint, wenn Riccioli (Geograph. reform. L. VIII, c. 12.) den Chabot ſelbſt nebſt dem Gonzalez von Oviedo als die Erfinder der Abweichung der Magnetnadel nennet. Levin Hulſius (Deſcriptio et vſus viatorii et horologii ſolaris, Norib. 1597. 12mo) führt an, daß Georg Hartmann in Nürnberg im Jahre 1536 bey Verfertigung von Sonnenuhren die Abweichung 10¼ Grad gefunden habe, und 1550 ward ſie zu Paris von Orontius Fineus 8 Grad öſtlich beobachtet. (Man ſ. *Petr. van Muſſchenbroek* diſſ. phyſica experimentalis de Magnete, in ſeinen Diſſert. phyſ. et geometr. Lugd. Bat. 1729. 4. ingl. Doppelmayr Nachricht von den Nürnbergiſchen Mathematicis und Künſtlern. Nürnberg, 1750. Fol. S. 57.) Die ältern Naturforſcher pflegten das Abweichen der Nadel gegen Morgen, Graeciſſare, das gegen Abend, Magiſtriſſare zu nennen.

Die Abweichung der Magnetnadel zu beobachten, zieht man auf dem feſten Lande eine Mittagslinie, ſetzt einen gewöhnlichen Compaß oder eine Bouſſole (ſ. Compaß) ſo auf dieſelbe, daß der Stift, auf welchem die Nadel ruht, auf der Mittagslinie ſteht, und die Linie, welche durch den Anfang der Theilung des Compaſſes geht, mit der Richtung der Mittagslinie concidiret, ſo zeigt der Grad, auf welchen die Nadel ſpielet, die Größe ihrer Abweichung an. Man pflegt einen hiezu eingerichteten Compaß einen Abweichungscompaß (Declinatorium) zu nennen. Die Herren Brander und Höſchel haben im Jahre 1779 eine Beſchreibung der von ihnen verfertigten Compaſſe unter dem Titel: Beſchreibung des magnetiſchen *Declinatorii* und *Inclinatorii*, desgleichen eines beſonders bequemen und nutzbaren Sonnenquadranten, zu genauer Beſtimmung der Mittagslinie, Augſpurg. 8. herausgegeben.

Auf der See, wo ſich dieſe Methode nicht anwenden läßt, pflegt man ein Bleyloth ſo über dem Seecompaß aufzuhängen, daß deſſen Schatten durch den Mittelpunkt des Compaſſes geht; ſo giebt der Rhumb oder Theilungspunkt

des Compaſſes in dem Zeitpunkte, da der Schatten am kürzeſten iſt, die Größe der Abweichung an, weil in dieſem Zeitpunkte der Schatten die Richtung der Mittagslinie bezeichnet. Man kan auch die Weltgegenden, in welchen die Sonne, oder ein Stern auf- und untergeht, oder auch die Gegenden, in welchen die Sonne oder ein Stern gleiche Höhen auf der Morgen- und Abendſeite erreicht, auf dem Compaſſe bemerken, ſo wird der zwiſchen beyden enthaltene Bogen, in zwo gleiche Helften getheilt, den wahren Mittags- und Mitternachtspunkt bezeichnen, und man wird die Abweichung der Nadel von demſelben leicht bemerken können. Eine dritte Methode, bey welcher aber die geographiſche Breite oder Polhöhe des Orts als bekannt vorausgeſetzt wird, iſt dieſe. Man beobachte die Gegend des Compaſſes, in welcher die Sonne, oder ein Stern, auf- oder untergeht; man berechne ferner aus der gegebnen Abweichung der Sonne oder des Sterns und der Polhöhe, deſſelben Morgen- oder Abendweite (ſ. den Artikel: Abendweite), ſo wird der Unterſchied zwiſchen der berechneten Morgenweite und dem Abſtande der beobachteten Anfangsgegend von Oſten; oder zwiſchen der berechneten Abendweite und dem Abſtande der beobachteten Untergangsgegend von Weſten, die Abweichung der Magnetnadel angeben.

Durch Beobachtungen dieſer Art mußte man bald wahrnehmen, daß die Abweichung der Magnetnadel nicht allein an verſchiedenen Orten der Erde verſchieden, ſondern auch, ſelbſt an einerley Beobachtungsorte, zu verſchiedenen Zeiten veränderlich ſey. Dieſe Veränderung der Abweichung an einerley Orte (Variatio Declinationis ſ. Variationis) geht bisweilen ſo weit, daß die Nadeln ſchon binnen einer Stunde ihre Richtung merklich ändern. Länger fortgeſetzte Beobachtungen hierüber ſcheinen zuſammengenommen etwas Regelmäßiges zu zeigen. Man hat zu Paris und London dergleichen Beobachtungen ſeit langer Zeit ununterbrochen fortgeſetzt. Die vornehmſten Reſultate der Pariſer Beobachtungen enthält folgende Tabelle:

Jahr	Abweichung		
1550	8°	10′	öſtlich
1580	11	30	
1610	8	0	
1640	3	0	
1666	0	0	

Jahr	Abweichung		
1670	1°	30′	weſtlich
1680	2	40	
1685	4	10	
1692	5	50	
1695	6	48	
1700	8	12	
1705	8	25	
1710	9	35	
1715	10	50	
1720	13	0	
1725	13	15	
1730	14	25	
1735	15	40	
1740	15	45	
1745	16	15	
1750	17	15	
1760	18	0	
1770	19	0	
1772	19	55	

In den Mémoires de l'Acad. Royale des Sc. vom Jahre 1770. S. 459 bemerkt Herr le Monnier von der Abweichung der Nadel in Paris, ſie habe von 1666 bis 1769 jährlich immer um etwas zugenommen, zuerſt um 15 bis 16, dann um 9 Minuten, womit auch obige Tabelle übereinſtimmt. Jetzt aber ſcheint die weſtliche Abweichung daſelbſt wieder abzunehmen.

In London, wo Gellibrand im Jahre 1625 zuerſt genaue Beobachtungen angefangen, und in dieſer Abſicht eine eigne Mittagslinie gezogen hat, war die Abweichung der Nadel nach Halley (Philoſ. Trans. n. 195. p. 564.)

im Jahre	1580	11°	15′	öſtlich
	1622	5	36	
	1634	4	5	
	1657	0	0	
	1672	2	30	weſtlich
	1683	4	30	
(Phil. Trans. Vol. LXIV. P. 2.)	1774	21	16	

Wenn man aus mehrern an vielerley Orten der Welt angeſtellten Beobachtungen auf einer Landkarte die Orte bemerkt, an welchen die Magnetnadel für eine gewiſſe Zeit einerley Abweichung gehabt hat, und durch dieſe Orte Linien zieht, ſo kommen verſchiedene beſonders gekrümmte Züge, Abweichungslinien, zum Vorſchein, welche ſich auf gewiſſe Gegenden zu beziehen ſcheinen. Halley hat dies zuerſt entdeckt, und eine ſolche für das Jahr 1700 eingerichtete Karte verzeichnet, welche ſich in den Philoſ. Transact. no. 195, ingleichen in den Miſcellaneis curioſis Vol. I. p. 80, und in Muſſchenbroeks oben angeführter Diſſ. de Magnete findet. Eine neuere für das Jahr 1772 hat Lambert aus den neuſten Beobachtungen entworfen, und ich habe ſie hier Taf. II. aus dem Berliner aſtronomiſchen Jahrbuche für 1779 mitgetheilet. Aus der Betrachtung dieſer Karte laſſen ſich für das Jahr 1770 folgende merkwürdige Sätze ziehen:

1. In ganz Europa, Afrika, dem öſtlichen Theile von Nordamerika und dem ſüdlichen Theile von Aſien, nebſt den angrenzenden Meeren war die Abweichung der Nadel durchaus weſtlich.

2. Im Ocean, weſtwärts von Grosbritannien, und oſtwärts vom Vorgebirge der guten Hoffnung, war ſie am größten, und betrug daſelbſt 25°.

3. Die beyden für die Abweichung von 15° gezognen Linien kreuzen ſich mitten in Afrika. Dieſe Linien ſind zwar nicht unmittelbar aus Beobachtungen beſtimmt, die in Afrika ſelbſt angeſtellt wären; aber ſie haben doch ohne Verletzung der Analogie nicht anders können gezogen werden.

4. Vom weißen Meere aus geht durch Aſien, das ſüdliche China und die philippiniſchen Inſeln eine Linie, in welcher gar keine Abweichung ſtatt findet.

5. Dieſer Linie gegen Morgen fängt die Abweichung an öſtlich zu werden, und bleibt dies bis an eine Linie, welche von Florida aus an der braſilianiſchen Küſte hin bis an den erſten Meridian unter 40° ſüdlicher Breite geht, in welcher Linie wiederum gar keine Abweichung iſt.

6. Die größte öſtliche Abweichung von 25° findet unterhalb der ſüdlichen Spitze von Amerika ſtatt.

7. Halley hatte in ſeiner Karte die Linien für die größten Abweichungen von 25°, bey Afrika und Amerika um 15° weiter gegen Morgen, bey Grosbritannien 40 — 50° weiter gegen Abend geſetzt, wie die punktirten Linien der Karte andeuten; um ſo viel haben ſich alſo dieſe Linien ſeit 70 Jahren verrückt.

Eben dergleichen Abweichungslinien ſind auch für das Jahr 1744 auf einer von Mountaine und Dodſon entworfenen Karte (ſ. Philoſ. Transact. Vol. L. P. I. p. 329), und für 1755 auf einer von Zegollſtröm (Diſſ. de theoria decl. magn. Vpſal.), ingleichen auf des Herrn Profeſſor Funk zu Leipzig Karten unter dem Titel: Die nördliche und ſüdliche Erdoberfläche auf die Ebne des Aequators projicirt. Leipzig, 1781. verzeichnet.

Man hat die Abweichung der Magnetnadel und deren Veränderungen durch verſchiedene Hypotheſen zu erklären verſucht. Anfänglich, als die beobachteten Veränderungen noch gering waren, ſchrieb man dieſelbe, ſo wie die ganze Abweichung, nur der größern oder geringern Kraft des Magnets, mit dem die Nadel beſtrichen worden, zu oder auch dem Umſtande, daß die Nadeln bald näher an den Polen des Magnets, bald weiter von denſelben, geſtrichen würden. Man glaubte nemlich, eine genau an dem Pole eines ſtarken Magnets geſtrichene Nadel werde gar keine Abweichung zeigen. Dieſe Meynungen aber wurden gar bald durch die Erfahrung widerlegt.

William Gilbert (De magnete magneticisque corporibus, et de magno magnete tellure phyſiologia

nova. Lond. 1600. fol.), der Erſte, der gründlich über den Magnet geſchrieben, und keine Thorheiten mehr darüber vorgebracht hat, nahm an, die Erde ſey ein Magnet das Waſſer aber nicht; folglich müſſen ſich die Nadeln überall nach derjenigen Gegend kehren, nach welcher das meiſte und nächſte Land liege. Nach dieſer Vorausſetzung müßte in den Azoriſchen Inſeln, welche von Afrika und Amerika beynahe gleich weit entfernt liegen, gar keine, von ihnen gegen Afrika zu eine öſtliche, und gegen Amerika zu eine weſtliche Abweichung ſtatt finden. Am Vorgebirge der guten Hofnung müſte wiederum gar keine oder nur eine ſehr geringe Abweichung ſeyn, weil die Nadel von beyden Seiten des feſten Landes gleich ſtark angezogen würde u. ſ. f. Dieſes ſchien auch mit den damals bekannten wenigen Beobachtungen der Oſtindienfahrer ziemlich übereinzuſtimmen; aber Halley ſetzt dieſer Theorie das Beyſpiel der braſilianiſchen Küſte entgegen, an welcher ſich die Nadel ganz vom Lande abwendet, und gegen Oſten abweicht, da doch das Land der Küſte weſtwärts liegt.

Descartes ſuchte die Urſache der Abweichung in den Eiſenerzen und Magneten, welche im Innerſten der Erde und im Meergrunde verborgen lägen; Auzout darin, daß der Strom der magnetiſchen Materie durch die in der Erde entſtandenen natürlichen und künſtlichen Aushöhlungen geſtört, und von ſeinem eigentlichen Wege abgelenkt werde; Hevel in einem Schwanken der Erde, und dergleichen; aber alle dieſe Hypotheſen ſind von Halley und Muſſchenbroek gründlich widerlegt worden, und fallen von ſelbſt zu Boden, wenn man nur einen Blick auf Halley's oder Lamberts Karte wirft und bemerkt, wie viel Regelmäßiges und welche geometriſche Beziehung auf gewiſſe Punkte aus dem ganzen Abweichungsſyſteme unverkennbar hervorleuchte.

Halley ſetzte daher an die Stelle der vorigen eine neue Theorie (A theory of the variation of the magnetical compaſs by Mr. *Edmund Halley*, in Philoſ. Tranſact. num. 148. pag. 208), die er auf eine zahlreiche Sammlung von Beobachtungen baute, aus welchen er auch ſeine

Abweichungskarte zuſammengeſetzt hat. Er zog aus dieſen Beobachtungen folgende allgemeine Sätze für das Jahr 1700.

1. In ganz **Europa** iſt jetzt die Abweichung **weſtlich**, gegen Morgen zu ſtärker, als gegen Abend, ſcheint auch durchgängig von Abend gegen Morgen zuzunehmen.

2. An der Küſte von **Nordamerika** iſt die Abweichung ebenfalls weſtlich, und wird größer, je weiter man gegen Norden geht, ſo daß ſie in Neufowndland 20, in der Hudſonsſtraße 30, in der Baffinsbay ſogar 57 Grad beträgt; ſie wird hingegen geringer, je weiter man von dieſer Küſte oſtwärts ſegelt. Hieraus folgert **Halley**, daß irgendwo zwiſchen Europa und Nordamerika, vielleicht um die Inſel **Terceira**, eine **öſtliche** Abweichung, oder wenigſtens keine weſtliche mehr, ſtatt finden müſſe.

3. An der Küſte von **Braſilien** iſt die Abweichung **öſtlich**, und wächſt weiter ſüdwärts immer mehr, ſo daß ſie bey Cap Frio 12, und beym Platafluß 20$\frac{1}{2}$ Grad beträgt. Südweſtwärts nach der magellaniſchen Straße zu nimmt ſie wieder ab, und iſt an der weſtlichen Einfahrt der Straße nur 14 Grad.

4. Oſtwärts von Braſilien nimmt dieſe öſtliche Abweichung ab, wird bey **St. Helena** und **Aſcenſion** ſehr gering, und verliert ſich endlich 18 Grad weſtwärts vom Cap der guten **Hoffnung** ganz und gar.

5. Noch weiter oſtwärts fängt wieder eine **weſtliche** Abweichung an, welche ſich durch den ganzen indiſchen Ocean erſtreckt, und unter dem Aequator in dem Mittagskreiſe von **Madagaſcar** bis auf 18 Grad ſteigt. In eben dieſem Mittagskreiſe, unter dem 30ſten Grade ſüdlicher Breite findet ſie ſich 27$\frac{1}{2}$ Grad, und nimmt von hier aus ab, ſo daß ſie bey Cap Comorin nur 8, an der Küſte von Java nur 3 Grad beträgt, und endlich in den **Molucken**, ſo wie auch weſtwärts von **Van Diemensland**, ganz verſchwindet.

6. Weiter oſtwärts entſteht unter ſüdlicher Breite eine neue **öſtliche** Abweichung, die aber weder ſo ſtark, noch

von ſo weitem Umfange, als die vorige, iſt: denn auf der Inſel Rotterdam iſt ſie ſchon merklich kleiner, als an der Küſte von Neuguinea. und nach dem Verhältniſſe, in welchen ſie abnimmt, läßt ſich annehmen, daß 20 Grad weiter oſtwärts, oder bey 225 Grad Länge von London aus, unter dem 20ſten Grade ſüdlicher Breite wiederum eine weſtliche Abweichung anfange.

7. Die Abweichungen in Baldivia und der magellaniſchen Straße zeigen, daß die Num. 3. angeführte öſtliche Abweichung ſehr ſchnell abnehme, und ſich wahrſcheinlicher Weiſe nur bis auf einige Grade über die Küſten von Peru und Chili hinaus in die Südſee erſtrecke, wo denn wieder eine weſtliche Abweichung in der Gegend der unbekannten Länder zwiſchen Chili und Neuſeeland anfangen muß.

8. Von St. Helena nordweſtwärts bis an den Aequator bleibt die Abweichung öſtlich, aber ſehr gering und immer gleich groß, daß alſo in dieſer Gegend die Linie, in welcher die Abweichung Null iſt, nicht nach der Mittagslinie, ſondern nach Nordweſt geht.

9. Die Einfahrt der Hudſonsſtraße und die Mündung des Plata liegen beynahe unter einerley Meridian; dennoch weicht die Nadel an dem einen Orte $19\frac{1}{2}$ Grad weſtlich, am andern $20\frac{1}{2}$ Grad öſtlich ab.

Aus dieſen Sätzen nun zog Halley die Hypotheſe, die Erdkugel ſey ein großer Magnet mit vier magnetiſchen Polen oder Anziehungspunkten, von denen je zween und zween nahe an jedem Pole des Aequators lägen. An den Orten, welche ſich nahe an einem dieſer magnetiſchen Pole befänden, richte ſich die Nadel nach demſelben, und überhaupt behalte jederzeit der nähere Pol die Oberhand über den entferntern.

Den Pol, der unſern Ländern am nächſten ligt, ſetzt Halley in den Meridian von Lands-end, nicht über 7 Grad vom Nordpole entfernt. Dieſer beſtimme die Abweichung der Nadel in Europa, der Tartarey und dem

Eismeere, obgleich auch mit Beziehung auf den andern Nordpol, der ohngefähr in den mitten durch Californien gehenden Meridian, 15 Grad vom nördlichen Erdpole falle. Nach dieſem richte ſich die Nadel hauptſächlich in Nordamerika und den daranſtoßenden Meeren von den Azoren weſtwärts bis Japan.

Die beyden ſüdlichen Pole ſollen vom Südpole der Erde etwas weiter abſtehen. Der eine wird 16 Grad weit vom Südpole in einen 20 Grad weſtwärts von der magellaniſchen Straße abſtehenden Meridian geſetzt, und ſoll die Nadel in Südamerika, der Südſee und einem groſſen Theile des äthiopiſchen Meeres lenken. Der vierte bekömmt ſeine Stelle 20 Grad weit vom Südpole in dem Meridiane, der 120 Grad oſtwärts von London durch Neuholland und die Inſel Celebes geht. Die Kraft dieſes Poles ſoll, weil er am weitſten vom Pole der Erde abſteht, überall den ſtärkſten Einfluß haben, und ſich über den ſüdlichen Theil von Afrika und Aſien und die daran grenzenden Meere erſtrecken. Dies iſt nun nach Halley die Stellung des Magnetismus der Erde für das Jahr 1700, aus welcher er die aus den Beobachtungen gezognen Sätze auf folgende Art erklärt.

1. Den europäiſchen Pol im Meridiane von Landsend in England haben alle Orte in Europa auf der Weſtſeite ihres Meridians. Sie müſſen alſo eine **weſtliche** Abweichung haben, welche immer größer wird, je weiter man oſtwärts geht.

2. Auf der Weſtſeite des Meridians von Lands-end würde die Nadel eine **öſtliche** Abweichung erhalten, wofern ſie nicht wegen der Annäherung des amerikaniſchen Nordpols, der etwas mehr Kraft, als der erſtere, zu beſitzen ſcheint, weſtwärts gezogen würde, welcher Zug auch unter dem Meridian von Lands-end ſelbſt noch einige weſtliche Abweichung verurſacht. In der Gegend des Meridians von Terceira mag vielleicht der europäiſche Pol ſoviel überwiegen, daß daſelbſt eine öſtliche, oder wenigſtens keine weſtliche Abweichung mehr, ſtatt findet. Weſtwärts von den Azoren aber überwiegt der amerikaniſche Pol, und

verurſacht an den Küſten von Nordamerika eine weſtliche Abweichung, die deſto größer wird, je weiter man gegen Norden geht, deſto geringer aber, je mehr man ſich oſtwärts dem europäiſchen Pole nähert. In Nordamerika ſelbſt nimmt dieſe weſtliche Abweichung wieder ab, iſt in dem Meridian, der durch Californien geht, Null, und muß weiter weſtwärts gegen Yedſo und Japan ohne Zweifel öſtlich ſeyn, bis ſie wieder der durch den europäiſchen verurſachten weſtlichen begegnet.

3. Gegen den Südpol zu erfolgen ähnliche Wirkungen, nur daß hier der Nadel ſüdliche Spitze angezogen wird. Liegt alſo der magnetiſche Pol 20 Grad weſtwärts von der magellaniſchen Straße, ſo muß die Abweichung an der braſilianiſchen Küſte, dem Plataſluſſe u. ſ. w. öſtlich ſeyn, und ſich über einen großen Theil des äthiopiſchen Meeres erſtrecken.

4. Endlich aber wird ſie noch weiter oſtwärts von der Kraft des aſiatiſchen Südpols überwogen, welches ohngefähr zwiſchen dem Cap der guten Hoffnung und den Inſeln des Triſtan d'Acunha geſchieht.

5. Noch weiter oſtwärts zieht der aſiatiſche Pol die ſüdliche Spitze der Nadel, und verurſacht dadurch eine weſtliche Abweichung, welche wegen der weiten Entfernung dieſes Pols vom Südpole der Erde ſtark ſeyn und ſich ſehr weit erſtrecken muß, bis ſie endlich in den Molucken um den Meridian der Inſel Celebes, in welchem dieſer Pol ſelbſt liegt, verſchwindet, und einer neuen öſtlichen Raum giebt.

6. Dieſe öſtliche Abweichung reicht ohngefähr bis in die Mitte der Südſee.

7. Hier fängt, wegen der Wirkung des amerikaniſchen Südpols, zwiſchen Neuſeeland und Chili wieder eine weſtliche an.

8. In der heißen Zone, und beſonders unter dem Aequator, muß man auf alle vier Pole ſehen. So iſt z. B. in dem von St. Helena nordweſtwärts gerichteten Striche die Abweichung öſtlich und ſehr gering, weil hier die

Wirkung des amerikaniſchen Südpols, der dieſen Gegenden am nächſten liegt, und eigentlich eine große öſtliche Abweichung verurſachen ſollte, durch die entgegengeſetzten vereinten Wirkungen des amerikaniſchen Nordpols und des aſiatiſchen Südpols geſchwächt wird, der europäiſche Nordpol aber ohnehin beynahe in den Meridian dieſer Gegenden ſelbſt fällt.

9. Auch wird hieraus begreiflich, wie die Abweichung unter einerley Meridiane an einem Orte öſtlich, am andern weſtlich ſeyn kan.

So erklärt Halley den Zuſtand der Abweichungen für das Jahr 1700. Weil er aber auch auf die Veränderungen der Abweichung ſehen, und alſo nothwendig eine Bewegung ſeiner magnetiſchen Pole annehmen muſte, wobey die Fragen entſtanden: ob ſich alle vier Pole zugleich, ob ſie ſich um die Pole der Erde, und mit welcher Geſchwindigkeit ſie ſich bewegten, ſo ſuchte er dieſe Fragen in einem andern Aufſatze (An account of the cauſe of the change of the variation of the magnetical needle, by *Edm. Halley*, in den Philoſ. Transact. num. 195. p. 563.) durch Folgendes zu beantworten.

Der äußere Theil der Erde macht nach ſeiner Meynung nur eine Rinde aus, umſchließt einen concentriſchen kugelförmigen Kern, und der Raum zwiſchen beyden iſt mit einer flüßigen Materie angefüllt. Kern und Rinde drehen ſich zwar beyde täglich um ihre Axen, aber die Umdrehungszeit des Kerns iſt von der Umdrehungszeit der Rinde um ein kleines Zeittheilchen unterſchieden; dieſer Unterſchied wird nach oft wiederholter Umdrehung merklich, und die Stellen der Rinde treffen alsdann nicht mehr mit den vorigen Stellen des Kerns zuſammen.

Nimmt man nun an, beydes Rinde und Kern ſeyen Magnete mit zween Polen, ſo ändern ſich freylich die Stellungen dieſer vier Pole gegen einander, und wenn man, wie natürlich, die Pole der Rinde als die unbeweglichen betrachtet, ſo muß man alsdann den Polen des Kerns eine beſtändige Bewegung beylegen. Unter den Nordpolen iſt der bewegliche der europäiſche,

unter den Südpolen der amerikaniſche, weil in den Gegenden um dieſe Pole die Veränderungen am größten ſind. Die Bewegung geht nach Weſten; alſo bleibt die innere Kugel, bey der täglichen Umdrehung von Weſten nach Oſten, ein wenig zurück, welches davon herkommen kan, daß beym erſten Anfange der Umdrehung der der äußern Rinde ertheilte Stoß ſich dem Kerne nicht ganz hat mittheilen können. Um die Erdaxe ſcheint dieſe Bewegung nicht zu gehen, weil ſonſt die Abweichungen in einem Parallelkreiſe immer dieſelben bleiben, und nur von einem Punkte zu andern fortrücken müßten; welches doch der Erfahrung nicht gemäß iſt. Da dieſe Bewegung ſehr langſam iſt, ſo läßt ſich aus ſo wenigen und neuen Beobachtungen nichts Zuverläßiges über die Dauer ihrer Periode beſtimmen; doch ſcheint ſich der amerikaniſche Pol in 90 Jahren um 46 Grad weſtwärts bewegt zu haben, woraus ſich die Dauer der Umlaufszeit ohngefähr auf 700 Jahre ſetzen ließe.

So weit Halley. Man kan dem Scharfſinne und geometriſchen Geiſte, mit welchem er aus ſo vielen ohne Ordnung durch einander liegenden Beobachtungen die Linien ſeiner Karte gezogen, und ſeine Schlüſſe hergeleitet hat, die verdiente Bewunderung nicht verſagen; aber die Hypotheſe von vier Polen, deren zween beweglich ſind, und die daraus entſprungene Idee von Kern und Rinde bringen etwas Sonderbares und Unwahrſcheinliches in ſeine Erklärung.

Der jüngere Herr Euler (Recherches ſur la declinaiſon de l'aiguille aimantée, in Mémoires de l'acad. des Sc. à Berlin, ann. 1757. p. 175) hat daher zu zeigen geſucht, daß man zu Erklärung der beobachteten Abweichungen keineswegs nöthig habe, vier Pole anzunehmen, indem ſich von allen Erſcheinungen aus dem Daſeyn zweener Pole Rechenſchaft geben laſſe. Er berechnet zu dem Ende Formeln, wodurch ſich die halleyiſchen Abweichungslinien aus der gegebenen Lage zweener magnetiſcher Pole würden beſtimmen laſſen, wenn dieſe Pole 1) einander nach dem Durchmeſſer entgegengeſetzt, 2) in zween entgegengeſetzten

Meridianen, 3) in einerley Meridian, 4) in zween verſchiedenen Meridianen lägen. Wenn er nun annimmt, daß der magnetiſche Nordpol 14, der Südpol 35° von den Polen der Erde abſtünde, die durch beyde gezognen Meridiane aber 63° von einander entfernt wären, ſo findet er nach dieſen Formeln die Abweichungslinien ziemlich übereinſtimmend mit der für das Jahr 1744 entworfenen Karte des Mountaine und Dodſon. Er theilt die Zeichnung einer nach ſeinen Formeln entworfenen Karte mit, in welcher der magnetiſche Nordpol über Amerika, der Südpol hingegen unter Neuſeeland fällt, und die Abweichungslinien für 12° 5′ öſtliche Declination ſich einmal im rothen Meere, das anderemal weſtwärts von Californien nahe am Wendekreiſe kreuzen. Die Linien, in welchen gar keine Abweichung ſtatt findet, fallen bloß etwas weiter oſtwärts, als in der Taf. II. mitgetheilten Karte des Herrn Lambert. Nach Herrn Eulers eigner Vermuthung würden ſeine Formeln mit den Beobachtungen noch beſſer übereinſtimmen, wenn er den Nordpol 17 und den Südpol 40 Grad von den Polen der Erde entfernt hätte. Es iſt alſo durch dieſe Bemühungen des Herrn Euler wenigſtens ſo viel erwieſen, daß es überflüßig ſey, vier magnetiſche Pole anzunehmen.

Unter den ungedruckten Abhandlungen des großen göttingiſchen Aſtronomen, Tobias Mayers, befindet ſich eine über den Magnet, welche er der daſigen Societät der Wiſſenſchaften im Jahre 1762 vorgeleſen hat. Den Nachrichten der Herren Erxleben und Lichtenberg zufolge (ſ. Erxlebens Anfangsgr. der Naturlehre nach der Lichtenbergiſchen Ausgabe, §. 709.) erklärt Mayer daſelbſt die Erſcheinung ſehr natürlich daraus, daß in der Erde ein Magnet anzutreffen ſey, den man in Vergleichung mit der Erde ſelbſt für unendlich klein annehmen könne. Dieſer Magnet liege vom Mittelpunkte der Erde etwa 120 Meilen weit entfernt nach dem Theile der Erde zu, den das ſtille Meer bedecke. Eine gerade Linie durch die Mittelpunkte dieſes Magnets und der Erde ſchneide die Erdfläche in einer Länge von 201 Graden von der Inſel Ferro, und unter 17 Grad nördlicher Breite. Der Magnet

entferne ſich jährlich etwa um $\frac{1}{1000}$ des Halbmeſſers der Erde von dem Mittelpunkte derſelben, wodurch die Länge des erſtgedachten Durchſchnittspunktes jährlich um 8, die Breite um 14 Minuten abnehme. Es habe dieſer Magnet zween Pole: ſeine Axe ſtehe ſenkrecht auf der von ihm in den Mittelpunkt der Erde gezognen Linie, und liege in einer Ebne, welche mit der Ebne des Meridians, in welchem jene nach dem Mittelpunkte gezogene Linie liege, einen Winkel von $11\frac{1}{2}$ Grad, und zwar bey uns nach Oſten zu, mache. Auch wachſe dieſer Winkel jährlich etwa um $8\frac{1}{4}$ Minuten. Die Totalkraft dieſes in der Erde liegenden Magneten verhalte ſich verkehrt, wie der Würfel der Entfernung.

Aus dieſer Hypotheſe folgert Mayer Größen der Abweichungen für verſchiedene Orte der Erde, welche von den wirklich beobachteten nicht ſehr unterſchieden ſind. So findet er z. B. die Abweichung für Paris 14° 2′, für Berlin 12° 2′ weſtlich, da man ſie um das Jahr 1760 am erſten Orte gegen 18°, am zweyten 12° 40′ gefunden hat. Nach Herrn Lichtenbergs richtigem Urtheile muß man eine ſolche Uebereinſtimmung bewundern, wenn man bedenkt, was für unvollkommne Beobachtungen Mayer bey Feſtſetzung der Hauptgrößen ſeiner Hypotheſe zum Grunde legen mußte. Man kan alſo Mayers Erklärung wenigſtens als eine gute Vorſtellungsart von der Urſache der Abweichungen gelten laſſen, um in Zukunft mehrere Beobachtungen damit zu vergleichen, und ſie nach denſelben zu berichtigen, und zu prüfen. Es iſt nicht zu zweifeln, daß man durch häufigere und genauere Beobachtungen mehr Licht über die Urſachen der Abweichungen erhalten werde, wenn man auf dem von Halley, Euler und Mayer vorgezeichneten Wege fortgehen wird, auf welchem Geometrie und Analyſis ſo wirkſame Unterſtützungen darbieten.

Man hat kugelrunde Magnete unter dem Namen der Terrellen (terrellae) gemacht, um durch Beobachtung der Stellungen des Compaſſes an verſchiedenen Punkten derſelben, die Phänomene der Abweichung an verſchiedenen Stellen der Erde zu erklären. Sie haben aber noch wenig Dienſte geleiſtet. Zwar verſichert Adams (Eſſay

on megnetism, in ſeinem Eſſay on electricity, London 1784. 8.), Magellan habe neuerlich eine Terrelle angegeben, von der ſich mehr hoffen laſſe. Es fällt aber in die Augen, daß ſich bey einem ſolchen Kügelchen nie die wahren Verhältniſſe der Größen des Compaſſes und der Gröſſen und Entfernungen auf der Erde ſelbſt darſtellen laſſen, und daß es daher nichts mehr, als ein phyſikaliſches Spielwerk ſey.

Außer der bekannten immer fortgehenden Veränderung hat ſchon Graham im Jahre 1722 noch eine tägliche periodiſche Veränderung in der Abweichung der Magnetnadel entdeckt, über welche Wargentin und Canton weitere Beobachtungen angeſtellt haben. Der letztere theilte ſeine Verſuche hierüber im Jahre 1759 der königlichen Societät der Wiſſenſchaften zu London mit. (An attempt to account for the regular diurnal variation of the horizontal magnetic needle, by *Iohn Canton*, in Philoſ. Transact. Vol. LI. P. I. p. 398). Er hatte ſeine Beobachtungen vom Ende des Jahres 1756 an, 603 Tage lang fortgeſetzt, und dieſe tägliche Veränderung an 574 Tagen regelmäßig gefunden. Die weſtliche Abweichung der Nadel nahm von 8 oder 9 Uhr Morgens bis 1 oder 2 Uhr Nachmittags zu; alsdann ſtand die Nadel eine Zeitlang ſtill, endlich gieng ſie wieder zurück, bis ſie in der Nacht oder am nächſten Morgen wieder in ihre vorige Stelle zurückkam.

Dieſe tägliche Veränderung der Abweichung erklärt Canton aus dem Satze, daß die anziehende Kraft des Magnets durch die Wärme geſchwächt werde. Er beweiſet dieſen Satz durch folgende Verſuche. Er ſtellte an die Gegend Oſt-Nord-Oſt eines Compaſſes einen kleinen Magnet, ſo weit ab, daß die Kraft ſeines Südpols gerade im Stande war, den Nordpol der Nadel auf Nord-Oſt, oder auf 45° zu halten. Dieſen Magnet beſchwerte er mit einem Gewichte von 16 Unzen, und goß 2 Unzen ſiedendes Waſſer in daſſelbe, wodurch der Magnet 7—8 Minuten lang erhitzt ward. Während dieſer Zeit gieng die Nadel $\frac{1}{4}$ Grad weſtwärts, binnen 9 Minuten kam ſie

um $\frac{1}{4}$ Grad oder bis $44\frac{1}{2}°$ zurück, brauchte aber einige Stunden Zeit, ehe ſie ihre vorige Stellung auf $45°$ wieder erhielt. Er ſtellte ferner auf jede Seite des Compaſſes einen Magnet ſo, daß die Südpole auf den Nordpol der Nadel gleich ſtark wirkten, und ſie in ihrer gehörigen Stellung erhielten; ward aber einer weggenommen, ſo zog der andere die Nadel bis $45°$. Jeder Magnet ward mit einem Gewichte von 16 Unzen beſchweret, und auf den öſtlichen wurden 2 Unzen ſiedendes Waſſer gegoſſen. Die Nadel bewegte ſich in der erſten Minute um einen halben Grad, und kam in 7 Minuten auf $2\frac{3}{4}°$, wo ſie ſtill ſtand, nach 34 Min. vom erſten Anfange gerechnet, auf $2\frac{1}{2}$, und in 50 Minuten auf $2\frac{1}{4}°$ zurückkam. Er füllte nun das weſtliche Gewicht mit ſiedendem Waſſer, wobey die Nadel in der erſten Minute auf $1\frac{1}{4}°$ zurückkam, nach 6 Min. $\frac{1}{2}°$ öſtlich ſtand, und etwa 40 Minuten darnach in ihre anfängliche Stellung zurückkehrte.

Aus dieſen Verſuchen iſt klar, daß die magnetiſche Anziehung durch die Wärme geſchwächt werde. Wenn nun, ſagt Canton, die magnetiſchen Theile der Erde auf der Oſtſeite Vormittags von der Sonne eher erwärmt werden, als die auf der Weſtſeite, ſo iſt es klar, daß ſich die Nadel mehr weſtwärts bewegen muß; wenn die Wärme der anziehenden Theile auf jeder Seite gleich ſtark zunimmt, ſo muß die Nadel ſtill ſtehen, und die Abweichung ein Größtes ſeyn; wenn die weſtlichen Theile ſchneller erwärmt werden, oder langſamer abkühlen, als die öſtlichen, ſo muß die weſtliche Abweichung der Nadel wieder kleiner werden, und ein Kleinſtes ſeyn, wenn die Theile auf beyden Seiten gleich geſchwind abkühlen. Auch muß nach dieſer Theorie die tägliche Veränderung im Sommer größer, als im Winter, ſeyn; ſie iſt auch in der That im Junius und Julius faſt doppelt ſo groß, als im December und Januar, gefunden worden.

Unregelmäßige kleine Veränderungen der Abweichung hat Canton ſeltner, etwa zwey- bis dreymal monatlich, und faſt jederzeit mit einem Nordlichte begleitet gefunden. Er iſt geneigt, ſie aus plötzlichen Veränderungen der unter-

irdiſchen Wärme herzuleiten, da auch das Nordlicht, als eine elektriſche Erſcheinung, ſich, wie die Elektricität des Turmalins, aus plötzlicher Erwärmung oder Erkältung der Luft erklären laſſe.

Einige Künſtler haben ſich bemüht, Nadeln oder magnetiſche Ringe zu verfertigen, welche die Mittagslinie ohne Abweichung zeigten. **Muſſchenbroeks** Verſuche hierüber ſind vergeblich geweſen. **Le Maire**, ein franzöſiſcher Künſtler, verfertigte neuerlich nach **Briſſons** Zeugniß (Dictionnaire raiſonné de phyſique, art. *Aimant*) ſpiralförmige Nadeln und magnetiſche Ringe, deren Pole ſo geſtellt waren, daß ſie einander ſtörten, und dadurch **für den Ort, für welchen er ſie eingerichtet hatte**, die Abweichung vermieden. Man ſieht leicht, daß ſie für andere Orte, und im Fortgange der Zeit ſelbſt für den nemlichen Ort, dieſen Dienſt zu leiſten aufhören müſſen.

Abweichungskreis, Circulus declinationis, *Cercle de declinaiſon.* Ein größter Kreis der Himmelskugel, welcher durch die beyden Pole und ein Geſtirn geht. So iſt Taf. I. Fig. 5. PSDp der Abweichungskreis des Geſtirns S. ſ. **Abweichung, aſtronomiſche.**

Wenn das Geſtirn in den Mittagskreis kömmt, ſo iſt dieſer mit dem Abweichungskreiſe einerley. Auch ſind die Abweichungskreiſe einerley mit den Stundenkreiſen, welche ebenfalls durch beyde Pole gehen. Wenn z. B. das Geſtirn vor einer Stunde durch den Mittagskreis gegangen iſt, ſo fällt ſein Abweichungskreis auf den erſten Stundenkreis u. ſ. w. Nur bleiben die Stundenkreiſe unbeweglich, die Abweichungskreiſe hingegen gehen mit der täglichen Bewegung der Geſtirne fort. ſ. **Stundenkreis.**

Accord, ſ. **Conſonanz.**

Achromatiſche Fernröhre, Tubi achromatici, *Lunettes achromatiques*, heiſſen diejenigen Fernröhre, in welchen die Abweichung wegen der verſchiedenen Brechbarkeit der Lichtſtralen, ſ. **Abweichung, dioptriſche**, vermieden und der betrachtete Gegenſtand ohne bunte Ränder und falſche Farben dargeſtellt wird. Das Wort

achromatiſch iſt griechiſch und bedeutet farbenlos, nicht färbend.

Newton, der die verſchiedene Brechbarkeit der Lichtſtralen entdeckt, und die daraus entſtehende Abweichung der Gläſer mit Recht für die Haupturſache der Undeutlichkeit in den Fernröhren erkannt hatte, ließ ſich bey dieſer wichtigen Entdeckung dennoch zu einem Irrthume verleiten. Er glaubte nemlich, die verſchiedenen bey der Brechung von einander geſonderten Farbenſtralen würden von allen brechenden Mitteln in einerley allgemeinem Verhältniſſe zerſtreut; wenn alſo die Brechung der Stralen von der mittlern Gattung beſtimmt ſey, ſo ſey dadurch auch die Brechung derer von den äußerſten Gattungen, d. i. der rothen und violetten gegeben, das brechende Mittel möchte ſeyn, welches man wolle. Dieſen Satz ſahe er als eine nothwendige Folge eines ſeiner Verſuche an. Er glaubte nemlich gefunden zu haben (Newtoni Optice lat. redd. a Sam. Clarke. Lond. 1706. 4. L. I. Part. II. Exp. 8.), daß das Licht, durch wie vielerley verſchiedene brechende Mittel es auch immer gehen möchte, allezeit weiß bleibe, wenn des Strales Richtung beym Ausgange der beym Eingange parallel ſey; hingegen allezeit in Farben zerſtreut werde, wenn der ausgehende Stral eine andere Richtung nehme, als er beym Eingange gehabt habe. Weil nun aus dem Objectivglaſe eines Fernrohrs die von entlegnen Punkten einfallenden Stralen ſo ausgehen müſſen daß ſie nach dem Brennraume zuſammenlaufen, und alſo ihre Richtung beym Ausgange nie mit ihrer Richtung beym Eingange in das Glas parallel bleiben kan, ſo hielt er es für eine entſchiedene Unmöglichkeit, durch das Objectivglas eines Fernrohrs weiſſes Licht und ungefärbte Bilder zu erhalten. Er zog daher ſeine Gedanken von Verbeſſerung der Objectivgläſer gänzlich ab, und verwendete alle ſeine Bemühungen blos auf die Spiegelteleſcope.

Bey dem großen Anſehen, in welchem Newtons Behauptungen und Verſuche ſtanden, blieb die Frage von Vermeidung der Farbenzerſtreuung bey Objectivgläſern auf achtzig Jahre lang unberührt, bis endlich Euler

(Sur la perfection des verres objectifs des lunettes par M. *Euler*, in den Mém. de l'acad. roy des Sc. de Pruſſe 1747. p. 274.) im Jahre 1747 den Vorſchlag that, die Objectivgläſer zu Vermeidung der Farbenzerſtreuung aus verſchiedenen Materien zuſammenzuſetzen, und ſtatt eines Glaſes, deren zwey, mit dazwiſchen gefülltem Waſſer, zu gebrauchen. Dieſer Gedanke Eulers gründete ſich theils auf einen von Newton ſelbſt in anderer Abſicht gegebnen Wink, theils auf die Betrachtung der Mittel, deren ſich die Natur bey dem Baue des menſchlichen Auges bedienet hat.

„Schon Newton, ſagt Euler, hat vermuthet, „daß Objectivgläſer aus zwo Linſen, deren Zwiſchenraum „mit Waſſer angefüllt wäre, zur Verbeſſerung der Fernröhren in Abſicht auf die Abweichung wegen der „Geſtalt der Gläſer dienen könnten: aber den Gedanken, daß man durch eben dieſes Mittel den Raum verkleinern könne, durch welchen ſich die Vereinigungspunkte „der verſchiedenen Farbenſtralen ausbreiten, ſcheint er dabey ganz und gar nicht gehabt zu haben. Mir hingegen „iſt es ſogleich vom erſten Anfange wahrſcheinlich geweſen, „daß man durch gewiſſe Zuſammenſetzungen verſchiedener durchſichtiger Mittel auch dieſem Fehler werde abhelfen können, und ich bin überzeugt, daß die verſchiedenen Feuchtigkeiten in unſerm Auge ſo geordnet ſind, daß durch dieſelben die Ausbreitung „und Zerſtreuung der Vereinigungspunkte gänzlich gehoben wird. Dies iſt, ſo viel ich glaube, eine „ganz neue Seite, von welcher der Bau des Auges unſere „Bewunderung verdient: denn wäre es nur darauf angekommen, Bilder der Gegenſtände im Auge darzuſtellen, „ſo wäre dazu ein einziger durchſichtiger Körper hinreichend „geweſen, wofern er nur die dazu nöthige Geſtalt gehabt „hätte: ſollte aber das Auge ein vollkommnes Werkzeug „ſeyn, ſo mußten mehrere verſchiedene durchſichtige Materien dazu gebraucht, und in gehöriger Geſtalt nach den „Regeln der erhabenſten Geometrie verbunden werden, damit die Deutlichkeit des Bildes nicht durch die verſchie-

„bene Brechbarkeit der Stralen geſtört würde.“ Dieſe ſcharfſinnige Bemerkung über die Abſicht des Schöpfers bey dem Bau des Auges iſt für **Eulern** höchſt rühmlich; inzwiſchen iſt ſie ſchon längſt vor ihm von **David Gregory** (Catoptricae et Dioptricae elementa, Oxon. 1697. 8.) gemacht, und als Vorſchlag zur Verbeſſerung der Fernröhre vorgetragen worden; allein man hat ſie damals gleichgültig überſehen. **Euler** unterſuchte durch Rechnung, welche Geſtalten und Verhältniſſe ſolche aus Glas und Waſſer zuſammengeſetzte Objectivgläſer erforderten; aber die nach ſeinen Rechnungen angeſtellten Proben hatten nicht den gewünſchten Erfolg.

Inzwiſchen erregte **Eulers** Abhandlung die Aufmerkſamkeit des **John Dollond**, eines geſchickten engliſchen Künſtlers, der dieſe Rechnungen ſorgfältig durchgieng, aber ſie nothwendig falſch finden mußte, weil er ſie nach **Newtons** Grundſätzen prüfte. **Euler** wagte noch nicht, **Newtons** Verſuche zweifelhaft zu machen, er begnügte ſich blos im Allgemeinen zu antworten, daß ſich der Bau des Auges gar nicht würde erklären laſſen, wenn man nach **Newtons** Beyſpiele die Vermeidung der Farbenzerſtreuung bey allen Brechungen durch erhabne Gläſer für unmöglich erklären wollte.

Endlich rückte Herr **Klingenſtierna** im Jahre 1754. in den ſechszehnten Band der ſchwediſchen Abhandlungen eine geometriſche Prüfung des oben angeführten newtoniſchen Verſuchs ein (Anmerkung über das Geſetz der Brechung bey Lichtſtralen von verſchiedener Art, wenn ſie durch ein durchſichtiges Mittel in verſchiedene andere gehen, von **Samuel Klingenſtierna** in den ſchwediſchen Abhdl. 1754. der deutſchen Ueberſ. S. 30.), worin er bewieß, daß, wenn dieſer Verſuch eine allgemeine Richtigkeit hätte, daraus nicht einerley beſtimmtes Geſetz der Farbenzerſtreuung, ſondern unzählige verſchiedene Geſetze folgen würden, die ſowohl gegen einander ſelbſt, als gegen das von **Newton** angenommene ſtritten; und daß vielmehr das Licht nach dem Durchgange durch verſchiedene

Mittel noch gefärbt ſeyn könne, wenn gleich der ausfahrende Stral mit dem einfallenden parallel ſey.

Durch dieſe ſehr gründlich angeſtellte Unterſuchung ward **Dollond** ſelbſt bewogen, an der Richtigkeit des newtoniſchen Verſuchs zu zweifeln, und zur Anſtellung eigner Verſuche überzugehen. Er küttete daher zwo Glasſcheiben mit den Rändern ſo zuſammen, daß daraus ein prismatiſches Gefäß entſtand, kehrte deſſen Schärfe niederwärts, ſtellte ein gläſernes Prisma mit der einen Schärfe aufwärts hinein, und füllte den übrigen Raum mit Waſſer an. Wenn nun der Winkel, den beyde Glasſcheiben mit einander machten, gerade ſo groß war, daß ein Gegenſtand, durch dieſes doppelte Prisma betrachtet, eben ſo hoch, als mit bloßen Augen, erſchien, alſo beyde Brechungen, die durchs Glas, und die durchs Waſſer geſchehene, einander aufhoben, und der ausgehende Stral dem einfallenden parallel war, ſo ſollte nach **Newtons** Grundſätzen der Gegenſtand in ſeiner natürlichen Farbe erſcheinen. Allein er erſchien vielmehr eben ſo ſtark mit prismatiſchen Farben umringt, als ob er durch ein einziges gläſernes Prisma mit einem Winkel von etwa 30° wäre betrachtet worden. Hiebey hat alſo **Dollond** eine ſtarke Färbung ohne Brechung erhalten, und konnte es alſo nicht mehr für unmöglich anſehen, auch eine Brechung ohne Farben zu bewerkſtelligen.

Er erhielt dieſe auch wirklich, da er einen Keil von gemeinem Tafelglaſe, deſſen Winkel etwa 9° betrug, eben ſo, wie vorhin das gläſerne Prisma, in ein keilförmiges, mit Waſſer gefülltes Gefäß aus zwey Glasſcheiben ſetzte. Denn, wenn er nun den Winkel beyder Glasſcheiben ſo lang vergrößerte, bis der betrachtete Gegenſtand ohne fremde Farben erſchien, ſo ſahe er denſelben weit von dem Orte verrückt, an welchem er dem bloßen Auge würde erſchienen ſeyn. Es war alſo klar, daß die Farbenzerſtreuungen einander aufgehoben hatten, obgleich die Brechungen von einander verſchieden waren; alſo ward **Newtons** Satz, vermöge deſſen ſich die Farbenzerſtreuungen, wie

die Brechungen, verhalten ſollten, dadurch hinlänglich widerlegt.

Dollond fieng daher an, zu vermuthen, daß dasjenige, was er hier bey den Brechungen durch Waſſer und Glas wahrgenommen hatte, auch bey Brechungen **durch verſchiedene Glasarten** ſtatt finden werde, und nahm ſich daher vor, Prismen von verſchiedenen Glasarten zu ſchleifen und an einander zu legen, um zu ſehen, ob auch hiebey die Brechung in andern Verhältniſſen, als die Farbenzerſtreuung, verſchieden ſeyn würde. Sobald er dies im Jahre 1757 vorgenommen hatte, zeigten ſogleich die erſten Proben, daß die Sache die äußerſte Aufmerkſamkeit verdiene (An Account of ſome experiments concerning the different refrangibility of light, by Mr. *John Dollond*, in den Philoſ. Transact. Vol. L. Part. II. p. 733.)

Er fand nemlich das Verhältniß der Farbenzerſtreuung gegen die Brechungen in einigen Glasarten weit ſtärker verſchieden, als er zu hoffen gewagt hatte. Beſonders war dieſer Unterſchied bey zwoen Glasarten ſehr beträchtlich. Das engliſche Kryſtallglas oder **Flintglas**, eine ſehr helle und weiße Glasart, zerſtreute die Farben am ſtärkſten, eine andere mehr grünliche, das **Crownglas**, am wenigſten, da doch beyder Brechungen faſt gleich waren. Dieſe Entdeckung ſuchte **Dollond** ſogleich zur Verbeſſerung der Fernröhren zu nützen. Er fieng an, Objectivgläſer aus dieſen beyden Glasarten zuſammenzuſetzen, welche das Licht ohne Farben brechen ſollten. Damit die beyden mit einander verbundenen Gläſer das Licht nach entgegengeſetzten Seiten zerſtreuen möchten, mußte das eine ein erhabnes, das andere ein Hohlglas ſeyn; und da die Stralen ſich wirklich in einen Punkt der Axe vereinigen ſollten, ſo mußte das erhabne die ſtärkſte Brechung verurſachen, und daher aus derjenigen Glasart verfertiget werden, welche bey ſtärkerer Brechung dennoch nur eine gleich große Farbenzerſtreuung giebt, indem beyder Gläſer Farbenzerſtreuungen einander aufheben, und alſo gleich groß ſeyn muſten. Dieſe Betrachtungen zeigten ihm, daß er ſeine Objectivgläſer aus einem Hohlglaſe von Flintglas

und einem erhabnen von Crownglas zuſammenſetzen müſſe. Dieſer ſichern Gründe ohngeachtet fand er doch bey der Ausführung ſelbſt noch unzählbare Schwierigkeiten, die er endlich durch anhaltende Geduld und ungemeine Geſchicklichkeit überwand, und ſich im Jahre 1755 im Stande ſahe, Fernröhre mit ſo großen Oefnungen, und ſo ſtarken Vergrößerungen, in Vergleichung mit ihrer Länge, zu verfertigen, daß ſie nach dem Urtheile der beſten Kenner alles, was man bisher geleiſtet hatte, bey weitem übertrafen.

Der Ruf von dieſer Entdeckung und von den neuen Dollondiſchen Fernröhren verbreitete ſich bald unter den Naturforſchern und Künſtlern. Weil aber **Dollond** die Verhältniſſe, nach welchen die Gläſer ſeiner Objectivlinſen gekrümmt und zuſammengeſetzt waren, nicht bekannt machte, ſo ſuchte **Clairaut**, der ſich ſchon vom Anfange des Streits viel mit dieſer Sache beſchäftiget hatte, eine vollſtändige, auf einige Verſuche gegründete, Theorie davon auszuarbeiten, welche man in den Mémoires de l' academie royale des Sc. à Paris von den Jahren 1756 und 1757 findet. Dieſe Arbeit hat nachher **d' Alembert** im dritten und vierten Bande ſeiner Opuſcules mathematiques, und in den Mém. de l'acad. des Sc. in den Jahren 1764, 1765, 1767 vollſtändiger ausgeführt. Im Jahre 1762 gab die Akademie der Wiſſenſchaften zu Petersburg die Preißfrage auf: wie die Unvollkommenheiten der optiſchen Werkzeuge, welche von der verſchiedenen Brechbarkeit und der Kugelgeſtalt herrühren, zu heben ſeyen? wobey die Abhandlung des Herrn **Klingenſtierna** (Tentamen de definiendis et corrigendis aberrationibus luminis in lentibus ſphaericis refracti, et de perficiendo teloſcopio dioptrico. Petrop. 1762. gr. 4.) den Preiß erhielt. Ohngeachtet aber dieſe großen Mathematiker faſt alles erſchöpft hatten, was die Rechnung in dieſem Fache leiſten kann, ſo waren doch ihre Arbeiten den Künſtlern größtentheils unbrauchbar, und die Engländer verfertigten ohne Anwendung dieſer Formeln weit beſſere Fernröhre, als von den Ausländern, ſelbſt unter unmittelbarer Aufſicht

dieſer geſchickten Rechner, konnten zu Stande gebracht werden.

Euler, welcher zu dieſer Entdeckung die erſte Veranlaſſung gegeben hatte, war jetzt gerade derjenige, der ſich am ſchwerſten von der Richtigkeit der Dollondiſchen Verſuche und Erfindungen überzeugen ließ. Er hatte ſchon im Jahre 1747 in den Mém. de l'acad. des Sc. de Pruſſe eine Theorie der Farbenzerſtreuungen feſtgeſetzt, mit welcher **Dollonds** Verſuche gar nicht übereinſtimmten. Er ſchrieb daher die außerordentlichen Wirkungen der Dollondiſchen Fernröhre, von welchen er durch unwiderſprechliche Zeugniſſe überführt ward, blos der Krümmung der Dollondiſchen Gläſer zu, welche durch einen glücklichen Zufall ſo ausgefallen ſey, daß ſie eben dieſelbe Wirkung thun würden, wenn ſie auch nur aus einerley Glasart beſtünden. Endlich aber ward er durch die Verſicherungen, die ihm **Clairaut** von der Richtigkeit der Dollondiſchen Verſuche gab, bewogen, ſeine Theorie aufzugeben, und fieng nunmehr ſelbſt an, die Dollondiſche Erfindung durch eigne Berechnungen aufzuklären, und Vorſchläge zum Gebrauch in der Ausübung anzugeben. Aus ſeinen vielen akademiſchen Abhandlungen hierüber iſt ſeine **Dioptrik** (*Leonh. Euleri* Dioptrica, Petrop. et Lipſ. 1771. To. II. gr. 4.) entſtanden, aus welcher Herr **Fuß** in Petersburg zum Gebrauch der Künſtler einen Auszug von Vorſchlägen zu achromatiſchen Fernröhen in franzöſiſcher Sprache herausgegeben hat. (**Nik. Fuß** umſtändliche Anweiſung, wie alle Arten von Fernröhren in der größten möglichen Vollkommenheit zu verfertigen ſind; aus dem Franz. von **G. S. Klügel**. Leipzig, 1778. 4.)

Im Jahre 1758 trieb **Dollond** die Verbeſſerung der Fernröhre noch höher, indem er ſeine Objectivlinſen aus **drey** Gläſern zuſammenzuſetzen anfieng. Sein Sohn **Peter Dollond** hat nachher dieſe dreyfachen Objectivgläſer in noch größerer Vollkommenheit verfertiget. Sie beſtehen aus zween erhabnen Linſen von Crownglas und einer dazwiſchen ſtehenden hohlen von Flintglas, ſ. Taf. I. Fig. 7. Sie werden zu galiläiſchen Fernröhren mit einem

hohlen, zu aſtronomiſchen mit zwoen, und zu Erdfernröhren mit noch mehrern erhabnen Augengläſern verbunden. Ich will hier aus der angeführten Schrift des Herrn Fuß die Abmeſſung dreyer achromatiſchen aſtronomiſchen Fernröhre mittheilen, welche bey geringer Länge dennoch ungemein ſtarke Vergrößerungen mit gehöriger Deutlichkeit geben.

Vergrößerung im Durchmeſſer	25	60	320
I. Brennweite des Objectivglaſes	6,25	15	80
Durchmeſſer der Apertur -	1,00	2,40	12,80
Der erſten convexen Linſe von Crownglas Brennweite	2,78	6,68	35,64
Halbmeſſer der Vorderfläche	5,32	12,70	68,04
- - der Hinterfläche	2,04	4,90	26,14
Abſtand der Mitte dieſer Linſe von der Mitte der zweyten	0,14	0,34	1,81
Der zweyten auf beyden Seiten gleich viel vertieften Linſe von Flintglas Brennweite	1,70	4,08	21,73
Halbmeſſer jeder ihrer Flächen	1,97	4,73	25,22
Abſtand ihrer Mitte von der Mitte der dritten Linſe -	0,14	0,34	1,81
Der dritten auf beyden Seiten gleich viel erhabnen Linſe von Crownglas Brennweite	2,75	6,61	35,23
Halbmeſſer jeder ihrer Flächen	2,92	7,00	37,35
II. Abſtand des Objectivs vom erſten Ocular - -	6,00	14,75	79,74
III. Des erſten Oculars von Crownglas Brennweite -	0,47	0,49	0,51
Halbmeſſer jeder der beyden Flächen - -	0,50	0,52	0,54
IV. Abſtand des erſten Oculars vom zweyten -	0,33	0,34	0,34
V. Des zweyten Oculars von Crownglas Brennweite -	0 1[illegible]	0 [illegible]7	0,17
Halbm. jeder der beyden Flächen	0,18	0,18	0,18

VI. Entfernung des Auges vom letzten Ocular - -	0,09	0,09	0,09
VII. Durchmeſſer des Geſichtsfeldes -	2° 13′	56½′	10⅔′
VIII. Länge des Fernrohrs	6,84	16,20	85,60

Nimmt man hiebey 1 Zoll für die Einheit an, ſo kan durch ein ſieben Fuß langes Fernrohr eine 320fache Vergrößerung im Durchmeſſer erhalten werden, wozu ſonſt, ohne Gebrauch eines achromatiſchen Objectivglaſes, eine Länge von 200 Fuß nöthig geweſen wäre, welche das Fernrohr ganz unbrauchbar würde gemacht haben. Sollte man ja bey einer ſo kleinen Einheit, als 1 Zoll iſt, die bis auf Hunderttheile vorgeſchriebne Genauigkeit der Maaße zu verfehlen fürchten, ſo wird man, durch Annehmung einer Einheit von 2 Zollen, noch immer die 320 fache Vergröſſerung bey einer Länge von 14 Fuß, und die 60 fache bey einer von 3 Fuß erhalten können.

Man kan die dreyfachen Objectivgläſer, welche weit mehr, als die doppelten, leiſten, leicht von den letztern unterſcheiden, wenn man ihnen ein Licht vorhält, deſſen Flamme ſich in jeder Glasfläche ſpiegelt, und alſo bey dem dreyfachen Objectivglaſe ſechsfach, bey dem doppelten nur vierfach erſcheint. Unter dieſen Bildern der Lichtflamme ſind beym dreyfachen Objectivglaſe drey umgekehrte, weil die Flächen 2, 3, 6, Taf. I. Fig. 7. gegen das vor 1 gehaltene Licht zu hohl ſind; die übrigen drey Bilder erſcheinen aufrecht.

Die engliſchen Künſtler, vorzüglich beyde **Dollonds**, **Ramsden**, **Pyefinch** u. a. haben ſolche achromatiſche Fernröhre ſeit ihrer Erfindung jederzeit in groſſer Vollkommenheit verfertiget, ob ſie ſich gleich dabey mehr auf Proben und Verſuche (tâtonnement) verlaſſen, als etwa die von **Clairaut**, **d' Alembert** und **Euler** angegebnen Formeln und Berechnungen gebraucht haben. Herr **Bernoulli** (Lettres aſtronomiques. Berlin 1771. 8. lettre 5.) meldet, ihm ſey von glaubwürdigen Perſonen verſichert worden, daß der jüngere **Dollond** eine

groſze Menge Linſen von beyderley Glasarten auf Gerathewohl zu ſchleifen, und ſo lang verſchiedentlich zu combiniren pflege, bis er eine Zuſammenſetzung finde, die im verfinſterten Zimmer ein ſcharf begrenztes farbenloſes Bild gebe; ja **Dollond** habe ihm ſelbſt geſagt, daß er faſt alles durch praktiſche Vortheile und durchs Probiren ausrichte. Die Urſache, warum man mit der Theorie allein nicht weit komme, ſey der erſtaunliche Unterſchied unter den Glasmaſſen. Man pflege in den engliſchen Glashütten das Glas in hohle Cylinder zu rollen, aus welchen die daſigen Optiker, denen man dies erlaube, ſich leicht die beſten ausſuchen könnten: hernach aber ſchmelze man die übrigen Cylinder in ganze Maſſen mit unebnen Oberflächen zuſammen, an welchen kein Menſch ſehen könne, ob das Glas Blaſen oder Streifen habe oder nicht. Auswärtige Künſtler könnten das Glas faſt nie anders, als in der letzten Geſtalt, erhalten, und bekämen es daher meiſtentheils ſo ſchlecht, als möglich. Aehnliche Klagen findet man in **Macquer's** chymiſchem Wörterbuche unter dem Artikel: **Verglaſung.** Nach Herrn **Käſtners** Anführen (Anfangsgr. der angewandten Mathematik, dritte Auflage. Göttingen, 1780. Dioptrik. S. 314.) klagen ſogar die engliſchen Künſtler, daß das Flintglas in England ſelbſt ſchon lange nicht mehr in der vorigen Vollkommenheit verfertiget werde.

Man hat über die Beſtandtheile der oft angeführten beyden Glasarten, des **Flintglaſes** und **Crownglaſes**, Unterſuchungen angeſtellt, und Compoſitionen von gleicher Wirkung ausfindig zu machen geſucht. **Johann Ernſt Zeiher**, nachmaliger Profeſſor der Mathematik zu Wittenberg, entdeckte noch während ſeines Aufenthalts in Rußland, daß die Farbenzerſtreuung der Glasarten ſtärker werde, wenn man viel Bleykalch zu der Zuſammenſetzung derſelben nehme (ſ. ſeine Abhdl. von denjenigen Glasarten, welche eine verſchiedene Kraft, die Farben zu zerſtreuen, beſitzen. Petersburg 1763. 4.), ingleichen, daß ein Zuſatz von Laugenſalzen zu einem Gemenge von Bleykalch und Kieſel die Brechungskraft des Glaſes vermindere,

ohne die Farbenzerſtreuung im Geringſten zu ändern. Er verfertigte auf dieſe Art ein Glas, welches das engliſche Flintglas in Abſicht dieſer Wirkungen zu Verbeſſerung der Fernröhre noch weit übertreffen ſollte, weil es das Licht dreymal ſo ſtark, als das gemeine Glas, zerſtreute, da doch das Verhältniß der mittlern Brechung nur etwas weniges mehr, als beym Flintglaſe betrug. Inzwiſchen haben dieſe an ſich merkwürdige Entdeckungen den Künſtlern wenig Vortheile verſchaft, theils weil es bey uns Schwierigkeiten macht, ſolche ungewöhnliche Glascompoſitionen nach den gehörigen Verhältniſſen auf den Glashütten zu erhalten, theils weil die Hauptſache auf Vermeidung der Adern und Streifen ankömmt, welche dergleichen aus Materien von ſehr verſchiedener Dichte zuſammengeſetzte Glasarten noch weit häufiger, als das gewöhnliche Glas, annehmen. Man ſ. hievon den Artikel: **Flintglas.** Statt des **Crownglaſes** haben die Künſtler, welche außerhalb Englands achromatiſche Fernröhre verfertiget haben, ihre einheimiſchen Glasarten gebrauchen können; das Flintglas aber hat man mehrentheils aus England kommen laſſen. Inzwiſchen hat die Unvollkommenheit der Glasarten noch bisher den größten Theil der Vortheile verhindert, welche die Dollondiſche Erfindung im erſten Anfange zu verſprechen ſchien.

Wie groß übrigens ſchon diejenigen Vortheile ſind, die man wirklich erhalten hat, wird folgende Vergleichung lehren. Nach Herrn **le Gentil** (Mém. de l'acad. des Sc. de Paris. 1755. p. 462.) vergrößerte ſein Fernrohr von 18 pariſer Fuß Länge 63mal, und da ſich ſonſt die Längen, wie die Quadratzahlen der Vergrößerung, verhalten mußten, ſo würde eine 126fache Vergrößerung 72 Fuß Länge erfordert haben. Das achromatiſche Fernrohr des Herrn **Meſſier** hingegen (Mém. de l'acad. des Sc. 1775. p. 213.) vergrößerte 120mal bey einer Länge von 40 Zollen, d. h. es that faſt gleiche Wirkung mit dem vorigen, ob es gleich über 21 mal kürzer war. Man kan nemlich durch achromatiſche Fernröhre bey einer ſehr geringen Länge dennoch weit beträchtlichere Vergrößerungen,

ohne Schaden der Deutlichkeit erhalten; und obgleich die Spiegelteleſcope eben dieſes auch leiſten, ſo behalten doch die Fernröhre den Vorzug, daß ſie die Gegenſtände lebhafter darſtellen, auch wohlfeiler und von unwandelbarerer Dauer ſind.

Prieſtley Geſchichte und gegenwärtiger Zuſtand der Optik, durch G. S. Klügel. S. 339. u. f. *I. E. Zeiher* programmata II. de novis dioptricae augmentis. Viteb. 1768 et 1773. 4.

Adhäſion, Anhängen Adhaeſio, *Adhéſion*, *Adhérence*. Dieſer Name wird dem allgemeinen Phänomen der **Attraction** in dem beſondern Falle beygelegt, wenn zween **verſchiedene** Körper bey ihrer **Berührung** mit einander, oder bey **ſehr geringer Entfernung** von einander, ſo verbunden werden, daß eine äußere Kraft nöthig iſt, um ſie wieder zu trennen. Hauptſächlich wird dieſer Name gebraucht, wenn von gedachten Körpern der eine **flüßig**, der andere **feſt** iſt, und man ſagt alsdann, daß ſich der flüßige an den feſten anhänge.

So hängt ſich das Waſſer an den darein getauchten Finger oder an eine Glasröhre an: es bleibt nach dem Herausziehen etwas Waſſer an dem eingetauchten Körper hängen. Man ſagt im gemeinen Leben, der Finger oder das Glas werde **naß** oder **benetzt**; und das anhängende Waſſer geht nicht herab, bis es durch eine äußere Kraft, durch Abreiben, durch die Wirkung der Wärme u. dgl. hinweggenommen, d. i. bis der benetzte Körper durch irgend eine äußere Einwirkung **getrocknet** wird. Alle dergleichen Benetzungen feſter Körper mit flüßigen ſind Beyſpiele der Adhäſion bey einer wirklich vorgegangenen **Berührung**.

Das Waſſer und andere Flüßigkeiten ziehen ſich aber auch in Schwämmen, Löſchpapier u. dgl., die man nur zum Theil eintaugt, nach und nach in die Höhe. Dies ſind Beyſpiele einer Adhäſion oder eines Anziehens, das auch in einiger, wiewohl ſehr geringer, **Entfernung** ſchon wirkſam iſt.

Nothwendig müſſen die Theilchen einer flüßigen Materie, welche ſich an einen feſten Körper anhängen, von

dieſes Körpers Oberfläche ſtärker angezogen werden, als ſie unter ſich ſelbſt zuſammenhängen. Denn die anhängenden Theile reiſſen ſich ja von den übrigen los, um an dem Körper zu bleiben, oder ſich an ihn zu hängen. Wenn daher die Wirkungen des Anhängens nicht erfolgen, ſo kann man ſchließen, daß die Theile der flüßigen Materie unter ſich ſelbſt ſtärker zuſammenhängen, als ſie von dem feſten Körper angezogen werden. So muß der Zuſammenhang der Theile des Queckſilbers unter einander ſelbſt, ſtärker als ihr Anhängen an die Epidermis oder an das Glas ſeyn; denn der Finger oder die Glasröhre werden vom Queckſilber nicht benetzt, ſondern trocken herausgezogen.

Queckſilber benetzt Bley, Gold, Silber und andere Metalle, da es hingegen Eiſen, Glas ꝛc. trocken läßt. Waſſer hängt ſich an di meiſten Körper, nur dann nicht, wenn ihre Oberflächen mit Oel und andern fetten Materien, mit Bärlapp oder Hexenmehl (ſemen lycopodii) ꝛc. bedeckt ſind. Schon dieſe wenigen Beyſpiele zeigen, daß ſich verſchiedene Materien mit verſchiedener Stärke anziehen, und daß das Anhängen bisweilen ſtärker, bisweilen ſchwächer, als der Zuſammenhang der Theile flüßiger Körper unter einander ſelbſt, ſey. Einige Naturforſcher haben hierüber das allgemeine Geſetz annehmen wollen, daß **flüßige Maſſen mit ſpecifiſch ſchwereren feſten Maſſen ſtärker, mit ſpecifiſch leichtern hingegen ſchwächer, als unter ſich, zuſammenhängen.** Dieſe Behauptung wird zwar dadurch wahrſcheinlich, daß ſchwere Flüßigkeiten, wie Queckſilber, ſich nur an wenige, und an die ſchwerſten feſten Körper, leichte hingegen, wie Waſſer, ſich faſt an alle feſte Körper, hängen. Es iſt aber die Allgemeinheit des Satzes bey weitem noch nicht erwieſen, und die Erfahrung ſtimmt nicht allezeit mit ihm überein: wenn man auch gleich die nöthige Einſchränkung beyfügt, daß man ihn nicht von der ſpecifiſchen Schwere der ganzen Zuſammenſetzung, ſondern von der Schwere der einzelnen Theile der Körper verſtehen müſſe. Die einzelnen Theile eines Körpers nemlich können ſpecifiſch

ſchwerer als Waſſer ſeyn, wenn gleich der ganze Körper in ſeiner Zuſammenſetzung ſpecifiſch leichter, als daſſelbe, iſt.

Die Urſache der Adhäſion iſt wohl ein für uns unerforſchliches Geheimniß; ich beziehe mich hierüber gänzlich auf dasjenige, was unter dem Artikel Attraction hievon geſagt wird, und begnüge mich, dasjenige, was hier mit dem Namen Adhäſion bezeichnet wird, als ein unläugbares, durch unzählige Erfahrungen bewieſenes, Phänomen anzuſehen.

Die Wirkungen der Adhäſion ſind ſehr zahlreich. Außer dem Benetzen oder Naßwerden eingetauchter Körper, gehören dahin noch folgende Phänomene.

Flüßige Körper nehmen in Gefäßen aus ſolchen Materien, welche von ihnen benetzt werden, keine vollkommen horizontale Oberfläche an; ſie ſteigen vielmehr um den Rand der Gefäße herum etwas in die Höhe. In Gefäſſen hingegen, welche nicht von ihnen benetzt werden, ſtehen ſie am Rande etwas tiefer, als in der Mitte. So hat Waſſer im gläſernen Gefäße eine Oberfläche, die in der Mitte vertieft, und ringsumher am Rande des Glaſes aufwärts gekrümmt iſt: Queckſilber im Glaſe hingegen zeigt eine in der Mitte erhabne und ringsumher am Rande unterwärts gekrümmte Oberfläche. Leicht auf dem Waſſer ſchwimmende Körper bewegen ſich dahin, wo des Waſſers Oberfläche am höchſten ſteht; daher ſcheinen ſie von dem Rande der Gefäße angezogen zu werden.

Tropfen einer flüßigen Materie zerfließen auf den Oberflächen ſolcher Körper, welche dieſe flüßige Materie benetzt; ſie behalten hingegen ihre Kugelgeſtalt (welche nur durch das Gewicht der obern Theile des Tropfens ein wenig platt gedrückt wird) auf ſolchen Körpern, welche von ihnen nicht benetzt werden. So zerfließt Waſſer auf Glas, Queckſilber auf Bley; eine platte Kugelgeſtalt aber behält das erſtere auf Hexenmehle, auf polirten Metallflächen, auf den Blättern vieler Gewächſe (daher die Thautropfen entſtehen), auf fetten Flächen, das letztere auf Glaſe und den meiſten Körpern überhaupt.

Waſſer aus einem gläſernen Gefäße gegoſſen, läuft leicht am äußern Rande des Gefäßes herunter, beſonders, wenn man langſam gießt, oder wenn das Gefäß ſehr voll iſt. Ein ausgeſchweifter Rand oder geſchneußter Ausguß verhindert dies, weil er dem auslaufenden Waſſer eine Richtung giebt, die es bey geſchwindem Gießen ſchnell vom Glaſe abführt. Queckſilber hingegen läuft nie am Glaſe, wohl aber an metallenen Gefäßen herab.

Ein Waſſertropfen, der an einem ſchief gehaltenen Glaſe auswendig herabrinnt, nimmt eine unregelmäßige Geſtalt an, welche den Streit zwiſchen dem Gewichte, dem Zuſammenhange und dem Anhängen ſeiner Theile an das Glas ſehr deutlich zeigt.

Auch beym Durchfließen einer flüßigen Materie durch die engen Zwiſchenräume der Leinwand, des Löſchpapiers u. dgl. muß dieſe Anziehung zwiſchen den Theilen beyder Körper das ihrige beytragen. So kan man Queckſilber in einem Beutel von Leinwand oder gar von Flor tragen, ohne daß es durchfließt, da doch das viel leichtere Waſſer ſogleich durchfließen würde. Durch das weit dichtere Leder läßt ſich Queckſilber mit mäßiger Kraft durchdrücken.

In ſehr engen Röhren entſtehen aus dem Anhängen der flüßigen Materien Wirkungen, welche beſonders betrachtet zu werden verdienen. ſ. **Haarröhren.**

Auch die Luft hängt ſich an die meiſten feſten Körper, und es koſtet in ſolchen Fällen, wo ſie hinderlich fällt, z. B. bey der Verfertigung der Barometer, nicht wenig Mühe, die Glasröhren ganz von der an ihnen anhängenden Luft zu befreyen.

Erxleben Anfangsgr. der Naturlehre. Sechſter Abſchnitt. §. 180. u. f.

Aeolipile, ſ. Windkugel.

Aequator, Gleicher **Aequinoctialkreis**, Aequator, Circulus aequinoctialis, *Equateur*, heißt am Himmel derjenige größte Kreis der Sphäre, welcher von den Weltpolen überall um 90 Grad entfernt iſt, deſſen Pole

alſo die Weltpole ſelbſt ſind, ſo wie ſeine Axe die Weltaxe ſelbſt iſt. Es ſtehen daher alle durch die Weltpole gehende Kreiſe (Mittagskreis, Abweichungskreiſe, Stundenkreiſe) auf ihm ſenkrecht, und alle gröſte Kreiſe der Sphäre, z. B. Horizont, Ekliptik u. ſ. w. ſchneiden ſich mit ihm unter gleichen Helften. Die tägliche Bewegung der Geſtirne um die Pole geſchieht nach der Richtung dieſes Kreiſes, d. i. jedes Geſtirn beſchreibt aller 24 Stunden einen mit dem Aequator parallel laufenden Tagkreis.

Der Aequator theilt die ganze Himmelskugel in zwo gleiche Helften, die **nördliche** und **ſüdliche Halbkugel** (Hemiſphaerium boreale et auſtrale) ein.

Von ſeinen beyden Durchſchnittspunkten mit dem Horizonte fällt dem gegen Mittag gekehrten Zuſchauer der eine, der **Morgenpunkt**, zur Linken, der andere, der **Abendpunkt**, zur Rechten. Jederzeit und an allen Orten der Erde iſt die eine Helfte des Aequators über, die andere unter dem Horizonte. Wenn alſo die Sonne in dieſen Kreis tritt, ſo iſt an allen Orten der Erde Tag und Nacht gleich; hievon ſind ſeine Benennungen herzuleiten.

Seine beyden Durchſchnittspunkte mit der Ekliptik oder jährlichen Sonnenbahn, heißen eben daher die **Punkte der Nachtgleichen**, und insbeſondere derjenige, in welchen die Sonne jährlich um den 21 März tritt, der **Frühlingspunkt**, der andere, welchen die Sonne jährlich um den 21 Sept. erreicht, der **Herbſtpunkt**.

Der Aequator iſt für die Sternkunde von der größten Wichtigkeit. Schon in den älteſten Zeiten hat man ihn gebraucht, um die Lagen der Geſtirne gegen ihn zu beſtimmen. In dieſer Abſicht theilt man ihn jetzt, wie jeden andern Kreis, in 360 Grade, und dieſe ferner in Minuten, Secunden u. ſ. f. Man fängt dieſe Theile vom Frühlingspunkte (der daher des Aequators Anfangspunkt iſt) morgenwärts zu zählen an. Nach ſolchen Graden und ihren Theilen werden die geraden Aufſteigungen der Geſtirne angegeben, ſ. Aufſteigung, gerade.

Auch bedient man ſich dieſes Kreiſes ſehr vortheilhaft zum Maaße der Zeit. Da die tägliche Bewegung

mit vollkommen gleichförmiger Geſchwindigkeit erfolgt, ſo ſchieben ſich in gleichen Zeiten gleich große Bogen des Aequators durch den Mittagskreis. Da nun alle 360° zu dieſem Durchſchieben 24 Stunden brauchen, ſo gehen 15° des Aequators in 1 Stunde, 1° in $\frac{1}{15}$ Stunde oder in 4 Minuten, 1′ des Aequators in 4 Secunden u. ſ. f. hindurch. Sind alſo z. B. in der Zwiſchenzeit zwiſchen zween Augenblicken 4 Grade des Aequators durch den Mittagskreis gegangen, ſo ſchließt man nach der Regel de Tri

1 Grad : 4 Min. Zeit = 4 Grad : 16 Min. Zeit,

und findet dieſe Zwiſchenzeit 16 Minuten. Die auf dieſe Art beſtimmte Zeit iſt Sternzeit oder Zeit der erſten Bewegung, ſ. Sternzeit. Umgekehrt kan man auch leicht berechnen, wie viel Grade, Minuten u. ſ. w. des Aequators in jeder gegebnen Zeit durch den Mittagskreis gehen. Man nennt dieſes: Sternzeit in Bogen des Aequators, und Bogen des Aequators in Sternzeit verwandeln. Da das Verhältniß der Sternzeit zur mittlern Sonnenzeit gegeben iſt, ſ. Sonnenzeit, ſo läßt ſich auch für mittlere Sonnenzeit dieſe Verwandlung leicht bewerkſtelligen. Die Sammlungen aſtronomiſcher Tafeln enthalten Tabellen, welche zur Erleichterung ſolcher Verwandlungen dienen.

Aequator der Erde, die Linie, Aequinoctiallinie, Aequator telluris, Linea aequinoctialis, *Equateur de la terre, la Ligne, Ligne équinoxiale*, heißt auf der Erdkugel derjenige größte Kreis, welcher von den Polen der Erde überall 90° weit abſteht, mithin die Pole der Erde ſelbſt zu ſeinen Polen, und die Erdaxe zu ſeiner Axe hat. Alle Mittagskreiſe ſtehen, weil ſie durch die Pole gehen, auf ihm ſenkrecht. Die tägliche Umdrehung der Erde um ihre Axe erfolgt nach ſeiner Richtung, d. i. jeder Ort der Erde beſchreibt aller 24 Stunden einen mit dem Aequator parallel laufenden Kreis von Abend gegen Morgen.

Auf der Erdfläche durchſchneidet dieſer Kreis Afrika, geht unter Aſien hinweg durch die Inſeln Sumatra, Borneo, Celebes und Gilolo, erſtreckt ſich hierauf weit durch

die Südſee, erreicht und durchſchneidet Amerika in der ſüdlichen Helfte an der Grenze von Terraferma, und läuft dann durch das große Weltmeer wieder bis an Afrika. Alle Orte, die er durchſchneidet, haben den Aequator des Himmels über ihrem Scheitel, und ſehen daher die Sonne jährlich zweymal (um den 21 März und 21 Sept.) im Mittage über ihrem Haupte ſtehen. Auch iſt bey ihnen das ganze Jahr hindurch Tag und Nacht gleich, ſ. Sphäre, welcher Umſtand die Benennung dieſes Kreiſes veranlaſſet hat. Den Namen der Linie pflegen ihm die Schiffer zu geben.

Er theilt die Erde in die **nördliche** und **ſüdliche Halbkugel** (Hemiſphaerium boreale et auſtrale) ein.

Die Geographen zählen von ihm aus die Breiten der Orte, ſ. Breite, geographiſche, theilen ihn, wie jeden Kreis, in 360 Grade, und geben in ſolchen Graden die Unterſchiede oder Abſtände der Mittagskreiſe von einander an, ſ. Mittagskreiſe der Erde. Will man die Grade des Aequators der Erde von einem beſtimmten Anfangspunkte aus zählen, ſo iſt die Wahl dieſes Punktes willkührlich, daher ihn verſchiedene Geographen an verſchiedene Orte ſetzen. Iſt aber dieſer Punkt gewählt, ſo heißt der durch ihn und beyde Pole gehende Kreis der **erſte Mittagskreis**, und man zählt alsdann von demſelben aus die Grade des Aequators von Abend gegen Morgen.

Aequatorhöhe, Elevatio aequatoris, *Hauteur meridienne de l' équateur*. So heißt der Bogen, um welchen der im Mittagskreiſe ſtehende Punkt des Aequators über den Horizont erhaben iſt. Wenn Taf. I. Fig. 5. HOR den Horizont des Orts, P, p die beyden Pole, PAHpRP den Mittagskreis, AOQ den Aequator vorſtellt, ſo iſt der Bogen AH die Aequatorhöhe. Dieſer Bogen mißt nach den Sätzen der Sphärik den Winkel, welchen die Ebne des Aequators mit der Horizontalebne macht, oder den Winkel AOH, unter welchem der Aequator über den Horizont hervorſteigt. Weil

$$HAPR = HA + AP + PR = 180^\circ$$
$$AP = 90^\circ$$
$$\text{ſo iſt } HA + PR = 90^\circ$$

oder die Aequatorhöhe macht mit der Polhöhe des Orts jederzeit eine Summe von 90° aus. Kennt man daher die Polhöhe eines Orts, ſ. Polhöhe, ſo giebt ſie, von 90° abgezogen, deſſelben Orts Aequatorhöhe. Z. B.

90°	=	89°	59′	60″
Polhöhe von Leipzig	=	51	19	41
Aequatorhöhe in Leipzig	=	38	40	19

Aequinoctialkreis, ſ. Aequator.

Aequinoctiallinie, ſ. Aequator der Erde.

Aequinoctialpunkte, Punkte der Nachtgleichen, Puncta aequinoctiorum, *points équinoxiaux*, ſind die beyden Durchſchnittspunkte des Aequators mit der Ekliptik oder jährlichen Sonnenbahn, welche, wie alle Durchſchnittspunkte zweener größten Kreiſe, einander dem Durchmeſſer nach entgegenſtehen, oder um 180° von einander entfernt ſind. Wenn die Sonne bey ihrem ſcheinbaren jährlichen Umlaufe dieſe Punkte erreicht, und alſo in den Aequator kömmt, ſo iſt an allen Orten der Erde Tag und Nacht gleich, ſ. Aequator, woher auch der Name dieſer Punkte kömmt. Derjenige, welchen die Sonne um den 21 März erreicht, wird der Frühlingspunkt, oder der erſte Punkt des Widders (0° ♈), der, in welchen ſie um den 21 Sept. tritt, der Herbſtpunkt, der erſte Punkt der Wage (0° ♎) genennt. ſ. Frühlingspunkt, Herbſtpunkt.

Aequinoctium, ſ. Nachtgleiche.

Aerometrie, Aërometrie, *Aërometrie*. So heiſt die mathematiſche Betrachtung der Eigenſchaften der Luft, z. B. ihrer Schwere, Elaſticität, Temperatur, Feuchtigkeit u. ſ. w. Der Freyherr von Wolf hat zuerſt verſchiedene ſchon vor ihm angeſtellte mathematiſche Unterſuchungen über die Eigenſchaften der Luft, nebſt ſeinen eignen,

geſammelt, und im Jahre 1709 zu Leipzig unter dem Titel: Elementa Aërometriae, herausgegeben. Seitdem iſt es gewöhnlich geworden, dieſe Wiſſenſchaft als einen beſondern Theil der angewandten Mathematik anzuſehen, und man hat ihr nach der Zeit mehrere wichtige Erweiterungen und Zuſätze beygefügt. Denn

1) ſind die Werkzeuge, wodurch ſich die Eigenſchaften der Luft wahrnehmen und zum Theil abmeſſen laſſen, ſeit des Herrn v. Wolf Zeiten ungemein verbeſſert worden, wovon man die Artikel: Luftpumpe, Barometer, Thermometer, Hygrometer u. a. nachſehen kan.

2) iſt die Theorie der Höhenmeſſungen mit dem Barometer ſeitdem weit mehr bearbeitet und berichtiget worden, ſ. Höhenmeſſungen, barometriſche.

3) hat man in neuern Zeiten außer der atmoſphäriſchen Luft viele andere elaſtiſche flüßige Materien kennen gelernt, die in Abſicht auf Druck, Elaſticität u. ſ. f. auf ähnliche Art wirken. ſ. Gas. Daher laſſen ſich jetzt die Unterſuchungen der Aerometrie auf alle elaſtiſche flüßige Materien überhaupt anwenden, und man muß unter dem Namen der Luft oft alle dieſe Luftgattungen oder Gasarten verſtehen, ſo wie in der Hydroſtatik, Hydraulik ꝛc. der Name Waſſer alle flüßige Materien bedeutet.

4) Die ganz neue Erfindung der Aeroſtaten oder Luftbälle, wovon der nächſtfolgende Artikel mehrere Nachricht giebt, hat einen neuen Abſchnitt der Aerometrie veranlaſſet, welchem man den Namen der Aeroſtatik beygelegt hat. Dieſer Name iſt zwar nicht ganz ſchicklich, da Aeroſtatik eigentlich die Lehre vom Gleichgewicht der Luft mit ſich ſelbſt und mit fremden Körpern bedeutet; er ſcheint aber bereits angenommen zu ſeyn. ſ. Aeroſtatik.

5) Da die vom Herrn von Wolf geſammelten Unterſuchungen größtentheils blos ſtatiſch waren, oder den Zuſtand des Gleichgewichts betrafen, ſo hat man ſeitdem auch die Bewegung elaſtiſcher flüßigen Materien in Betrachtung gezogen, und den Unterſuchungen darüber den Namen der Pneumatik gegeben. So, wie Anwendungen der höhern Mathematik auf die Lehre von Druck und

Bewegung feſter und flüßiger Körper die Namen der Dynamik und Hydrodynamik führen, ſo könnte man den aerometriſchen und pnevmatiſchen Unterſuchungen, welche Anwendungen der höhern Mathematik erfordern, den Namen der Aerodynamik beylegen. ſ. Pnevmatik.

Aeroſtat, aeroſtatiſche Maſchine, Montgolfiere, Luftball, Machina aëroſtatica, *Aëroſtat, Machine ou Ballon aëroſtatique, Montgolfiere*. Eine Maſchine, welche in der uns umgebenden Luft von ſelbſt aufſteigt, auch wohl Menſchen und beträchtliche Laſten mit ſich erhebt. Die Erfindung dieſer Maſchinen iſt unſtreitig eine der größten Entdeckungen der neuern Zeit; da es mit den Naturgeſetzen zu ſtreiten ſcheint, daß eine Laſt in freyer Luft nicht allein ſchweben, ſondern ſogar emporſteigen ſolle, ſo iſt die Bewerkſtelligung dieſer für unmöglich gehaltenen Sache für den Unerfahrnen eben ſo erſtaunenswürdig, als ſie für den Kenner wichtig iſt.

Verſuche, zu fliegen, mögen ſchon in den älteſten Zeiten gemacht worden ſeyn; vielleicht hat die Fabel vom Dädalus und Icarus auf etwas ähnliches Beziehung. Gellius (Noctes atticae, L. X. c. 12.) erzählt, **Archytas** von Tarent habe eine fliegende Taube von Holz verfertigt, welche durch mechaniſche Kräfte und einen eingeſchloſſenen Hauch (aura ſpiritus incluſa) belebt worden ſey. Man hat dies für eingeſchloſſene Luft erklären, und ſchon die ganze Methode der Neuern darinn finden wollen, ohne zu bedenken, wie groß dieſe hölzerne Taube ausfallen mußte, wenn ſie von einer eingeſchloſſenen leichten Luftgattung gehoben werden ſollte. Mehrere dergleichen Erzählungen und Vorſchläge zu Flugmaſchinen aus ältern und neuern Zeiten hat Herr von Murr (Auszug aus des Faujas de St. Fond Beſchreibung der aeroſtat. Verſ. Nürnb. 1784. 8.) ſehr vollſtändig geſammelt. Unter den von ihm angeführten Vorſchlägen ſind die des Franz Lana oder de Lanis (Prodromo dell' arte maeſtra. Breſcia 1670. fol.) und des P. Galien (L' art de naviger dans les airs. Avignon 1755. 12.) die merkwür-

digſten. Der Erſtere wollte ein Luftſchiff durch luftleere kupferne Kugeln heben, der Zweyte träumte ſich eine Maſchine von der Größe der Stadt Avignon, aus Leinwand mit Wachs und Theer beſtrichen, welche mit leichterer Luft aus den höhern Regionen der Atmoſphäre, woraus der Hagel herabkömmt, angefüllt werden ſollte. Es bedarf nur geringer Einſicht in die Gründe der Naturlehre, um die Unmöglichkeit des erſten Vorſchlags einzuſehen, und mit dem zweyten ſcheint es ſeinem Urheber kein Ernſt geweſen zu ſeyn. Inzwiſchen beruhen doch beyde auf dem ſehr richtigen Grundſatze, daß ein Körper in der Luft aufſteigen müſſe, wenn er leichter iſt, als die Luft, die mit ihm einen gleichen Raum einnimmt, und daß es daher blos einer großen ſpecifiſchen Leichtigkeit des Ganzen und einer für die Luft undurchdringlichen Hülle bedürfe. Dieſe Leichtigkeit ſuchte Lana durch luftleeren Raum zu verſchaffen, und mußte daher eine Hülle von Kupfer wählen, welche dem Drucke der äußern Luft zu widerſtehen vermögend war; dieſe Hülle wird entweder zu ſchwer, oder ſie muß ſo dünn ſeyn, daß dadurch die Möglichkeit der Ausführung ganz aufgehoben wird; Galien war in der Wahl der Hülle glücklicher, und hätte er ſtatt ſeiner obern Luft aus den Regionen des Hagels, eine durch Feuer verdünnte Luft gewählt, ſo wäre ſeinen Nachfolgern nichts, als die Ausführung, übriggeblieben.

Nachdem Cavendiſh um das Jahr 1766 die große Leichtigkeit der brennbaren Luft entdeckt hatte (ſ. Gas, brennbares), kam D. Black in Edinburgh ein oder zwey Jahre darauf zuerſt auf den Gedanken, daß eine dünne Blaſe, mit ſolcher Luft gefüllt, in der Atmoſphäre aufſteigen würde, ohne jedoch Verſuche darüber anzuſtellen. Cavallo, der dieſen Gedanken ebenfalls gehabt hatte, fieng im Jahre 1782 eine Reihe von Verſuchen hierüber an, fand aber das Papier, in welches er die brennbare Luft einſchließen wollte, zu durchdringlich, die Schweinsblaſen hingegen zu ſchwer. Das Einzige, was ihm gelang, war, Seifenblaſen mit brennbarer Luft gefüllt hervorzubringen, welche aufſteigen und an der Decke des

Zimmers zerplaßten. (ſ. The hiſtory and practice of aëroſtation by *Tiberius Cavallo.* London 1785. gr. 8. p. 34. Geſchichte und Praxis der Aeroſtatik von Tib. Cavallo. Leipzig 1786. 8. S. 24 u. f.) Eben dergleichen Seifenblaſen ſind auch im Jahre 1782 in Göttingen von Herrn Lichtenberg gemacht worden, und wahrſcheinlich die erſten ſichtbar in der Luft auffſteigenden Körper geweſen, welche die menſchliche Kunſt hervorgebracht hat.

Die große Erfindung der aeroſtatiſchen Maſchinen ward in Auguſt 1782 von zween Brüdern, **Stephan** und **Joſeph Montgolfier**, Papierfabrikanten zu Annonay in Vivarais, Männern von Genie und eifrigen Liebhabern der Naturlehre, gemacht. Nach der Erzählung des jüngern Bruders (Diſcours lû à l'acad. des Sc. de Lyon. Nov. 1783.) verſuchten ſie anfänglich, wie Cavallo, Säcke von Papier mit brennbarer Luft zu füllen; kamen aber nachher durch das Beyſpiel der in der Luft ſchwebenden Wolken auf die Idee, eine durch Kunſt erzeugte Wolke in eine undurchdringliche Hülle einzuſchlieſſen, wobey ſie auch den Gedanken mit einmiſchten, daß die Leichtigkeit dieſer Wolke durch die Elektricität werde befördert werden können. Es gelang dem ältern Montgolfier, im November 1782 zu Avignon, ein hohles Parallelepipedum von Taffet, von 40 Cubikſchuh Inhalt, nachdem es inwendig durch brennendes Papier erhitzt worden war, an die Decke des Zimmers ſteigen zu ſehen. Kurz darauf wiederholten beyde Brüder dieſen Verſuch zu Annonay, und ſahen das Parallelepipedum in freyer Luft eine Höhe von 70 Schuhen erreichen. Eine noch größere Maſchine von 650 Cubikſchuh Inhalt ſtieg mit gleichem Erfolg; ſie beſchloſſen daher, den Verſuch noch mehr ins Große zu treiben, verfertigten eine Maſchine von Leinwand, welche 35 Schuh im Durchmeſſer hielt, 450 Pfund wog, und noch über 400 Pfund Laſt mit ſich aufhob, und ließen dieſelbe nach einigen ſchon vorhergegangenen Verſuchen am 5ten Junius 1783 zu Annonay in Gegenwart der Stände von Vivarais in die Luft ſteigen, in welcher ſie in weniger als zehn Minuten eine Höhe von

1000 Toiſen erreichte, und 7200 Schuh weit von dem Orte des Aufſteigens niederfiel.

Dieſen Nachrichten zufolge hat man die Erfindung der aeroſtatiſchen Maſchinen nicht dem Zufalle, ſondern dem Nachdenken und wiederholten Bemühungen zu danken. Dennoch ſcheinen die Erfinder ſelbſt von der Urſache des Aufſteigens ihrer Maſchinen nicht ganz richtige Begriffe gehabt zu haben. Das Mittel, deſſen ſie ſich bedienten, war, daß ſie unter der Oefnung des ganz zuſammengefalteten leinenen Sackes ein Strohfeuer anzündeten, und von Zeit zu Zeit etwas gekrempelte Wolle in daſſelbe warfen. Dadurch entfaltete ſich der Sack, ſchwoll auf, und ſtieg endlich in der Luft empor. Die Erfinder ſchrieben dieſes Aufſteigen nicht der wahren Urſache zu, welche darinn beſteht, daß der Sack mit erhitzter oder durchs Feuer verdünnter Luft angefüllt wird; ſie glaubten vielmehr, es werde durch die Verbrennung des Strohes und der Wolle ein eignes Gas entbunden, welches leichter, als die atmoſphäriſche Luft ſey, und dem ſchon in einigen Schriften der Name Montgolfierſches Gas beygelegt ward. Dieſes, ſo wie die Idee einer künſtlichen Wolke, und der Vorſchlag, die Elektricität dabey zu gebrauchen, zeigt, daß die Erfindung wenigſtens auf einem ſehr indirecten Wege gemacht worden ſey.

Der Ruf von dieſer erſtaunenswürdigen Entdeckung verbreitete ſich bald; weil aber die Mittel, deren ſich die Montgolfiers bedienten, nicht ſogleich bekannt wurden, ſo fielen die Pariſer Naturforſcher auf die Vermuthung, der Verſuch zu Annonay werde ſich vermittelſt der brennbaren Luft nachahmen laſſen. Charles, Profeſſor der Phyſik zu Paris, verfertigte mit Hülfe der Gebrüder Robert, zweener geſchickten Mechaniker, eine Kugel von Taffet mit Firniß von elaſtiſchem Harz überzogen, welche mit brennbarer Luft aus Eiſen und Vitriolöl gefüllt und den 27 Auguſt 1783 im Champ de Mars in die Luft aufgelaſſen wurde. Ihr Durchmeſſer war 12 Fuß 2 Zoll; ſie wog 25 Pfund, ſtieg in zwo Minuten auf eine Höhe von 488 Toiſen, verſchwand in den Wolken, und fiel nach

dreyen Viertelſtunden bey dem Dorfe Goneſſe, 5 Stunden weit von Paris, ſehr ſanft nieder.

So theilten ſich die aeroſtatiſchen Maſchinen gleich bey ihrer Erfindung in zwo Claſſen, diejenigen nemlich, welche nach der Art der Montgolfiers mit erhitzter oder verdünnter Luft, und die, welche nach Charles Beyſpiele mit brennbarer Luft gefüllt werden.

Der jüngere Montgolfier kam um dieſe Zeit nach Paris, und ſtellte daſelbſt einige Verſuche mit Maſchinen an, welche durch Hülfe des Feuers gefüllt wurden. Der merkwürdigſte darunter iſt der zu Verſailles am 19 Sept. 1783 vor dem Könige von Frankreich angeſtellte, bey welchem ein Sphäroid von Leinwand, 57 Fuß hoch und 41 breit, deſſen Inhalt 37500 Cubikſchuh betrug, durch Verbrennung von 80 Pfund Stroh und 5 Pfund Wolle aufgeſchwellt und auf eine Höhe von 240 Toiſen erhoben wurde. Dieſer Ball, der mit den daran befeſtigten Stricken und dem Keſich (worinn ſich ein Hammel, eine Ente und ein Hahn befand) 900 Pfund wog, erhielt ſich 8 Minuten lang in der Luft, und fiel bey Vaucreſſon, 1700 Toiſen weit von dem Orte des Aufſteigens, ſo ſanft nieder, daß die Thiere dadurch nicht im Geringſten beſchädiget wurden. Dieſer Verſuch zeigt deutlich, daß das, was die aeroſtatiſche Maſchine hebt, kein aus den verbrannten Materien entbundenes Gas ſeyn könne. Die Montgolfiers glaubten bey ihren Verſuchen das, was die Maſchine ausfüllte, etwa halb ſo ſchwer als die atmoſphäriſche Luft gefunden zu haben. Da ein Sphäroid von 37500 Cubikſchuh Inhalt ohngefähr 3192 Pfund atmoſphäriſche Luft enthalten kan, ſo muß die darinn beym Verſuch enthaltene Materie halb ſo viel, d. i. 1596 Pfund gewogen haben. Nun iſt es phyſiſch unmöglich, daß 85 Pfund verbrannte Materialien mehr als 85 Pfund Gas oder Dämpfe erzeugen können, woraus ſogleich zu überſehen iſt, daß wenigſtens 1511 Pfund atmoſphäriſche Luft in der Höhlung des Sphäroids ſeyn mußten, welches auch daraus erhellt, weil der durchs Feuer entſtehende Luftzug eben dasjenige iſt, was

die Maſchine aufſchwellet. Da nun eine Luftmaſſe von 1511 Pfund im gewöhnlichen Zuſtande ohngefähr 18000 Cubikfuß Raum einnimmt, hier aber mit den 85 Pfund Gas (wenn auch dieſe vorhanden geweſen wären) 37500 Cubikſchuh ausfüllte, ſo zeigt ſich deutlich, daß dieſe Ausdehnung oder Verdünnung der Luft durch die Hitze allein im Stande ſey, die verlangte Wirkung hervorzubringen, ohne daß man zu einem vermeynten Gas ſeine Zuflucht nehmen darf, deſſen Quantität viel zu unbeträchtlich ſeyn würde, um etwas ähnliches zu bewirken. Ueberdieß müßte eine mit Gas gefüllte Maſchine verſchloſſen ſeyn, und nicht, wie die Montgolfieriſche, offen bleiben.

Montgolfier fand in Paris einen unermüdeten Gehülfen an Herrn Pilatre de Rozier, Vorſteher des Muſeum, welcher es am 15 October 1783 zum Erſtenmale wagte, auf einer von Montgolfier verfertigten 74 Schuh hohen, 48 Schuh breiten, und mit einer Gallerie und Glutpfanne zu beſtändiger Unterhaltung des Feuers verſehenen Maſchine, 84 Schuh hoch vom Boden aufzuſteigen, und $4\frac{1}{2}$ Minuten lang in der Höhe zu bleiben, wobey er jedoch die Maſchine an Stricken halten ließ. Dieſer Verſuch wurde in den folgenden Tagen mit dem glücklichſten Erfolge wiederholt, und durch dieſe Proben ermuntert, wagten Pilatre de Rozier und der Marquis d' Arlandes am 21 Nov. 1783 auf eben derſelben Maſchine die erſte Luftreiſe. Dieſe kühnen Luftfahrer ſtiegen um 1 Uhr 54 Minuten, nachdem die Maſchine in acht Minuten aufgeſchwellt worden war, im Schloſſe la Muette in die Höhe, blieben 25 Minuten in der Luft, wurden vom Winde über einen Theil der Stadt und über die Seine getrieben und kamen, nachdem ſie durch geſchickte Behandlung des Feuers den Gegenſtänden, an die ſie ſtoßen konnten, durch Hebung und Herablaſſung der Maſchine ausgewichen waren, auf 5000 Toiſen weit von la Muette, unbeſchädigt wieder herab. Ihre Maſchine faßte 60000 Cubikſchuh Raum; und die Laſt, welche ſie mit ſich aufzog, betrug 1600 — 1700 Pfund.

Die Herren Charles und Robert, welche als Erfinder der Aeroſtaten mit brennbarer Luft mit den Montgolfiers wetteiferten, veranſtalteten am 1. Dec. 1783 eine zweyte Luftreiſe. Charles und der eine Robert ſtiegen aus den Thuillerien um 1 Uhr 40 Min. in einer Art von Triumphwagen auf, welcher mit Stricken an einer 26 Schuh im Durchmeſſer haltenden und mit brennbarer Luft gefüllten Kugel von Taffet hieng. Sie giengen in einer Höhe von 250 — 300 Toiſen über zwo Stunden lang fort, und ließen ſich endlich in der Pläne bey Neſle, welche 9 Stunden weit von Paris abliegt, nieder, wo Robert ausſtieg, der um 130 Pfund dadurch erleichterte Ball aber mit Charles allein ſich wieder auf eine dem Aetna gleiche Höhe von 1500 Toiſen aufſchwang, noch 35 Minuten in der Luft verweilte, und endlich bey dem Gehölze von Tour du Lay ohne Beſchädigung des Luftfahrers herab kam.

Seitdem haben ſich die Verſuche mit aeroſtatiſchen Maſchinen und die auf denſelben unternommenen Luftreiſen ſo vervielfältiget, daß man bis zum März 1785 bereits 35 Luftreiſen und 58 verſchiedene Perſonen zählen konnte, die ſich in die ſonſt unzugänglichen Regionen der Atmoſphäre gewagt hatten. Die umſtändlichere Geſchichte ihrer Verſuche findet man in der am Ende dieſes Artikels angeführten deutſchen Ueberſetzung des Faujas de St. Fond zuſammengetragen. Hier kan ich nur noch das Merkwürdigſte aus der Geſchichte dieſer Verſuche mit wenigen Worten anführen.

Pilatre de Rozier gieng bald nach ſeiner erſten Luftreiſe zu dem ältern Montgolfier nach Lyon, um daſelbſt mit ihm eine groſſe aeroſtatiſche Maſchine von 102 Schuh Durchmeſſer und 126 Schuh Höhe zu beſteigen. Der Verſuch mit dieſer ungeheuren Kugel gelang zwar am 19 Jan. 1784, da ſie mit ſieben Perſonen belaſtet auf 500 Toiſen hoch in die Luft aufſtieg; ſie bekam aber 15 Min. nach ihrem Abgange einen Riß, und ſank zu Boden. Pilatre ſtieg am 23 Jun. 1784. nochmals in Gegenwart des Königs von Schweden zu Verſailles in die Luft, kam

aber in der Folge auf den Gedanken, eine Ueberfahrt über den Canal von der franzöſiſchen Küſte aus zu wagen. Blanchard kam ihm in dieſer Ueberfahrt zuvor; ſein unglückliches Schickſal aber wollte, daß er dennoch auf ſeinem Entſchluſſe beharrete, wobey er endlich nebſt ſeinem Gefährten Romain nach langem Warten auf günſtigen Wind und nach vielen ſeiner Maſchine zugeſtoßenen Unfällen, am 15 Jun. 1785 nicht weit von Boulogne aus der Luft herabſtürzte, und durch den Fall zerſchmettert ward.

Glücklicher war der eben genannte Blanchard. Dieſer hatte ſchon längſt vor der Erfindung der aeroſtatiſchen Maſchinen durch mechaniſche Mittel vergeblich zu fliegen verſucht; jetzt aber machte es ihm dieſe Erfindung erſt möglich, ſeinen Zweck zu erreichen. Er ſtieg auf Aeroſtaten mit brennbarer Luft verſchiedenemal zu Paris und Rouen auf, ſuchte die Lenkung der Aeroſtaten durch Flügel oder Ruder zu bewirken, gieng hierauf nach England, und wagte daſelbſt, nach vorher angeſtellten andern Verſuchen, am 7 Jan. 1785 mit dem D. Jefferies aus Amerika das kühne Unternehmen einer Ueberfahrt über den Canal, die er auch in einer Zeit von 2 St. 32 Min. glücklich vollendete. Er iſt ſeitdem in Deutſchland herumgezogen, und hat an verſchiedenen Orten Luftreiſen angeſtellt, die jedoch mehr öffentliche Schauſpiele als Verſuche zu Erweiterung der Wiſſenſchaft genannt zu werden verdienen.

Die Gebrüder Robert ſind noch zweymal, am 15 Jul. 1784 mit dem Duc de Chartres, und am 19 Sept. mit einem ihrer Verwandten durch die Luft gereiſet. Dieſe letzte Reiſe iſt unter allen die längſte. Sie dauerte 6 St. 42 Min. und gieng von Paris bis Beuvry in der Grafſchaft Artois, welches einen Weg von 50 Stunden ausmacht. Sie bedienten ſich dazu eines cylindriſch geſtalteten Aeroſtaten mit brennbarer Luft, und behaupten, durch den Gebrauch ihrer Ruder 22 Grad Abweichung vom Winde erhalten zu haben.

In England blieb man eine Zeitlang gleichgültig gegen dieſe aus Frankreich gekommene Erfindung. Obgleich ſchon im Nov. 1783 der Graf Zambeccari, ein Italiä-

ner, eine Kugel von geölter Seide von 10 Fuß Durchmeſſer in London hatte ſteigen laſſen, ſo erfolgte doch daſelbſt die erſte, gleichfalls von einem Italiäner Lunardi unternommene, Luftreiſe erſt den 15 Sept. 1784. Mit deſto mehr Theilnehmung ſahe man nachher die Verſuche, welche Blanchard in London, Sadler in Oxford, Harper in Birmingham u. a. anſtellten.

In Abſicht auf die willkührliche Lenkung der Luftmaſchinen ſind den öffentlichen Nachrichten (Journ. de Paris vom 29 Aug. 1785) zufolge die Herren Vallet und Alban, Directoren der chymiſchen Officin zu Javelle bey Paris, glücklicher, als alle ihre Vorgänger, geweſen. Sie haben den 25 Aug. 1785 eine Luftreiſe nach vorherbeſtimmten Richtungen gemacht, ihr Luftſchif nach Gefallen an dem dazu ausgezeichneten Orte niedergelaſſen; ſie ſind früh von Javelle nach St. Cloud, und Abends wiederum nach Javelle zurückgegangen.

Der Name Aeroſtat iſt dieſen Maſchinen zum Erſtenmale von le Roy in dem Berichte der Commiſſarien der Pariſer Akademie der Wiſſenſchaften vom 23 Dec. 1783 beygelegt worden.

Nach dieſer kurzen Darſtellung der Geſchichte und der bisherigen Fortſchritte dieſer Erfindung will ich nun von der Theorie und Praxis derſelben noch einige Nachricht geben.

Die Hydroſtatik oder allgemeine Theorie des Gleichgewichts flüßiger Körper lehrt, daß feſte Körper in einem flüßigen Mittel ſo viel von ihrem Gewichte verlieren, als die von ihnen aus der Stelle getriebne flüßige Materie wiegt; daß ſie alſo nicht nur alles Gewicht verlieren, ſondern ſogar emporgetrieben werden, wenn das, was ſie verlieren, mehr iſt, als das, was ſie wiegen. Feſte Körper müſſen alſo auch in der Luft aufſteigen, wenn ſie weniger wiegen, als die Luft, welche von ihnen aus der Stelle getrieben wird. Für ſich allein wiegen alle bekannte feſte Körper mehr, als die Luft, deren Raum ſie einnehmen; ſie müſſen daher, um in der Luft aufzuſteigen, hohl und mit etwas angefüllt ſeyn, das leichter, als Luft, iſt. Alles kömmt hiebey auf die Wahl ei-

nes ſchicklichen feſten Körpers und einer ſehr leichten flüßigen Materie an. Zum feſten Körper wird man natürlich eine weiche biegſame Hülle wählen, z. B. Goldſchlägerhaut, Leinwand, Taffet und dergleichen; harte unbiegſame Gefäße, wie die küpfernen Kugeln des Lana, würden zu ſchwer ſeyn, auch würde ſich die gemeine Luft, wenn man an ihre Stelle etwas leichteres ſetzen wollte, nicht wohl heraus bringen laſſen. In einer biegſamen Hülle aber muß die eingeſchloſſene flüßige Materie eine gleiche abſolute Elaſticität mit der äußern Luft haben, weil ſonſt der Druck der letztern den biegſamen Körper zuſammen drücken, und das darinn enthaltene heraustreiben würde. Daher muß man eine ſolche flüßige Materie wählen, welche bey einer geringern Schwere oder Dichte dennoch gleiche abſolute Elaſticität mit der gemeinen Luft hat, d. i. eine Materie von größerer ſpecifiſcher Elaſticität, ſ. Elaſticität. Es muß alſo eine elaſtiſche flüßige Materie, ein Gas, eine Luftgattung ſeyn, welche leichter, als die atmoſphäriſche Luft, iſt.

Erhitzte Luft ſowohl, als brennbares Gas beſitzen dieſe Eigenſchaft. Von der Wärme wird die Luft in einen größern Raum ausgedehnt, d. h. ſpecifiſch elaſtiſcher gemacht; man kan den Verſuchen zufolge annehmen, daß eine Hitze von 160 Graden des Fahrenheitiſchen Thermometers ſie um ein Drittel ihres gewöhnlichen Volumens ausdehne. Das brennbare Gas iſt, mit vorzüglicher Sorgfalt bereitet und gereiniget, auf 13mal leichter, als die gemeine Luft; wird es aber nach den gemeinen Methoden bereitet, ſo kan man es nur 5 — 7 mal leichter annehmen. Beyde Materien werden alſo geſchickt ſeyn, Hüllen, welche in der Atmoſphäre aufſteigen ſollen, damit anzufüllen.

Jeder Körper verliert in der Luft ſoviel von ſeinem Gewichte, als die Luft wiegt, die er aus der Stelle treibt. Nennt man nun den Raum, den er einnimmt, in Cubikſchuhen ausgedrückt, $= c$, und das Gewicht eines Cubikſchuhes Luft $= a$, ſo iſt dieſer Verluſt $= ac$.

Mit ihm aber wiegt zugleich die in ihm enthaltene Materie, deren Gewicht (das Gewicht eines Cubikſchuhes da-

von $=$ b geſetzt) $=$ bc iſt. Das Gewicht des Körpers ſelbſt, die daran gehangene Laſt mit eingerechnet, ſey $=$ p; ſo iſt die Summe alles deſſen, was mit ihm wiegt $=$ bc $+$ p.

Iſt daher ac größer als bc $+$ p, ſo iſt klar, daß der Körper nicht allein ſein ganzes Gewicht verliert, ſondern auch noch mit dem Ueberſchuſſe des ac über bc $+$ p in die Höhe getrieben wird. Dieſer Ueberſchuß oder dieſe Kraft, mit der er aufwärts getrieben wird, heiſſe k, ſo iſt

$$k = ac - (bc + p) = c(a - b) - p; \text{ auch } p + k = c(a - b).$$

Bey der am 1. Dec. 1783 in den Thuillerien aufgeſtiegenen Maſchine betrug der körperliche Raum c $=$ 100000 Cubikſchuh; rechnet man nun das Gewicht eines Cubikſchuhes gemeiner Luft 604 Gran oder $\frac{8}{1000}$ Pfund, ſo iſt ac $=$ 800 Pfund. Weil aber der Ball nicht ganz aufgeblaſen, ſondern ungefähr $\frac{1}{28}$ davon leer gelaſſen ward, ſo darf man nach Abrechnung des 28ſten Theils ac nur $=$ $771\frac{1}{2}$ Pf. ſetzen.

Da ſich die hier gebrauchte brennbare Luft ohngefähr $5\frac{1}{4}$ mahl leichter, als die gemeine, annehmen läßt, ſo wird

$$bc = \frac{771\frac{1}{2}}{5\frac{1}{4}} = 147 \text{ Pfund.}$$

Das Gewicht der Maſchine, des Wagens, der beyden Perſonen, des Ballaſts u. ſ. w. p war $=$ $604\frac{1}{2}$ Pf. Alſo bc $+$ p $= 147 + 604\frac{1}{2} = 751\frac{1}{2}$ Pf.

Folglich k, die Kraft, mit welcher ſich die Maſchine hob $= 771\frac{1}{2} - 751\frac{1}{2} = 20$ Pfund.

Man wird aus dieſer Berechnung deutlich ſehen, warum dieſe Kugel ſteigen mußte. Sie wog mit aller daranhangenden Laſt nur $751\frac{1}{2}$ Pf., und ward doch von der äußern Luft mit $771\frac{1}{2}$ Pf. Kraft gehoben. Zugleich wird dieſes Beyſpiel zeigen, wie man ſich bey andern ähnlichen Berechnungen zu verhalten habe.

Soll eine ſolche Maſchine nicht ſteigen, ſondern nur gerade ſchweben, ſo muß k $=$ o, alſo c (a $-$ b) $=$ p ſeyn, woraus $c = \frac{p}{a - b}$ folgt. Nun heiſſe die Oberflä-

che der Hülle in Quadratſchuhen ausgedrückt = s; der das Gewicht eines Quadratſchuhes von dem zur Hülle gebrauchten Zeuge aber = q, und man nehme an, dieſe ſchwebende Maſchine ſolle keine weitere Laſt tragen, ſondern nur ſich ſelbſt halten; ſo iſt die ganze Laſt p = sq; alſo $c = \frac{sq}{a-b}$, und $\frac{c}{s} = \frac{q}{a-b}$, auch $\frac{6c}{s} = \frac{6q}{a-b}$.

Weil aber $\frac{6c}{s}$ oder der ſechsfache körperliche Raum durch die Oberfläche dividirt, für eine Kugel den Durchmeſſer, für einen Würfel die Seite giebt, ſo muß der Durchmeſſer einer Kugel oder die Seite eines Würfels von einem gegebnen Stoffe, wenn der Körper ohne angehangene Laſt gerade ſchweben ſoll, $= \frac{6q}{a-b}$ ſeyen. Oder, um den Durchmeſſer der kleinſten möglichen Kugel von einem gegebnen Zeuge zu finden, welche mit erhitzter oder brennbarer Luft gefüllt, gerade ſchweben würde, dividire man das ſechsfache Gewicht eines Quadratſchuhes von dem gegebnen Zeuge durch den Unterſchied zwiſchen den Gewichten eines Cubikſchuhes gemeiner und eines Cubikſchuhes erhitzter oder brennbarer Luft. Dieſe Beſtimmung des Minimum, das ſich bey den aeroſtatiſchen Maſchinen erreichen läßt, hat Hr. Lichtenberg (Göttingiſches Magazin, 3ter Jahrg. 5 Stück) angegeben, und darnach folgende Tafel berechnet.

Die Seite des kleinſten mit brennbarer Luft gefüllten ſchwebenden Würfels (oder auch, der Durchmeſſer der kleinſten Kugel)

	Fuß	Zoll	Lin.
aus engliſchem Seidenpapier wäre	0	5	0
— gemeinem Poſtpapier	—	9	2
— franzöſiſchem Zeichenpapier	1	11	11
— Knittergold	2	0	10
— engliſchem Wachstaffet	3	0	4
— Kartenpapier	4	1	6
— verzinntem Eiſenblech	50	6	7

Werden die Durchmeſſer gröſser genommen, ſo müſſen dieſe Kugeln **ſteigen**.

Die **Goldſchlägerhaut** (*baudruche*) iſt unſtreitig die bequemſte Materie zu ſo kleinen Ballen. Es iſt dies das innere von den Ochſendärmen abgezogne Häutchen, welches vom Fett gereiniget, auf einen Rahmen geſpannt, getrocknet, mit Bimſtein abgerieben, und zum Gebrauch der Goldſchläger noch mit einem Firniß überzogen wird. Aus dieſem äußerſt feinen und leichten Häutchen haben zuerſt der Maler **Deſchamps** und der Baron von **Beaumanoir** in Paris kleine Kugeln von verſchiedener Größe verfertiget, welche mit brennbarer Luft gefüllt aufſtiegen. Die kleinſte darunter hielt 6 pariſer Zoll im Durchmeſſer, wog 36 Gran, trieb 51 Gran Luft aus der Stelle, faßte 5 Gran brennbare Luft, und ſtieg alſo noch mit 51 — (5 + 36) = 10 Gran Kraft in die Höhe. Solche Kugeln waren eine Zeitlang das Spielwerk der Pariſer. Auch andere feine Häute des thieriſchen Körpers, vorzüglich das Schafhäutchen (amnium) dienen zu kleinen aeroſtatiſchen Kugeln mit brennbarer Luft. So ſahe ich bey Herrn **Lichtenberg** in Göttingen eine aus Schafhäutchen bereitete Kugel von 2 — 3 Schuh Durchmeſſer, von der ihr Beſitzer zu Beobachtung der atmoſphäriſchen Elektricität vortheilhaften Gebrauch machte. Uebrigens iſt die **Goldſchlägerhaut** ſchon von **Julius Cäſar Scaliger** (Exercitat. ad Cardanum de ſubtilitate, exerc. 326) zur Nachahmung der fliegenden Taube des Archytas vorgeſchlagen worden. Materia, ſagt er, ex junci medulla parabilis, *veſiculis amicta aut pelliculis, quibus auri bracteatores atque foliatores vtuntur.*

Die Maſchinen mit **erhitzter** Luft laſſen ſich ſo klein nicht verfertigen. Rechnet man darauf, daß die Luft beym Verſuche um ein Drittel ausgedehnt werde, die brennbare hingegen ſiebenmal leichter, als die atmoſphäriſche, ſey, ſo wird der Durchmeſſer der kleinſten möglichen ſchwebenden Kugel

für erhitzte Luft $= \frac{6\,q}{a - \frac{2}{3}a} = \frac{18q}{a}$

für brennbare Luft $= \frac{6\,q}{a - \frac{1}{7}a} = \frac{7q}{a}$ gefunden, daher in dieſem Falle die mit erhitzter Luft gefüllte Kugel von eben dem Zeuge einen $\frac{18}{7}$ d. i. $2\frac{4}{7}$ mal größern Durchmeſſer haben muß, und alſo $6\frac{2}{3}$ mal mehr Zeug zur Hülle erfordert, als die mit brennbarer Luft. Zu kleinen Maſchinen mit verdünnter Luft iſt unſtreitig das Papier die ſchicklichſte Materie. Da aber der Durchmeſſer der kleinſten Kugel von ſtärkerm Papier, für brennbare Luft, 2 Schuhe halten muß, ſo muß er für verdünnte Luft $5\frac{1}{7}$ Schuh, und wenn die Kugel ſteigen ſoll, wohl 6—7 Schuh halten.

Bey größern Aeroſtaten hat man die Abſicht, außer ihrem eignen Gewichte noch Menſchen oder andere Laſten in die Atmoſphäre zu erheben. Die Kugelgeſtalt, welche unter allen übrigen Geſtalten der Körper mit der kleinſten Oberfläche den größten möglichen Raum umſchließt, ſcheint zu Aeroſtaten die ſchicklichſte zu ſeyn, weil ſie bey dem geringſten möglichen Gewicht ihrer Hülle das größte mögliche Luftvolumen aus der Stelle treibt, und daher unter allen übrigen Geſtalten mit der größten Kraft aufſteigt. Man hat aber dagegen einwenden wollen, daß eines Theils die Verfertigung einer großen Kugel ſehr ſchwer ſey, andern Theils bey Lenkung der Aeroſtaten in der Atmoſphäre, wenn geſchickte Mittel dazu erfunden werden ſollten, eine Kugel, welche der Luft eine ſehr große Oberfläche darbietet, weit mehr Widerſtand leiden, und folglich weit ſchwerer zu regieren ſeyn werde, als eine Maſchine, welche der Luft einen ſpitzig zulaufenden Theil, oder eine ſchmale Seite, entgegenkehrte. Daher hat man oft längliche, aus cylindriſchen und koniſchen, oder prismatiſchen und pyramidenförmigen Theilen zuſammengeſetzte, Geſtalten vorgezogen, zu welchen der Zeug ſich leichter zuſchneiden läßt; und die Roberts haben zween Luftreiſen auf einem cylindriſch geformten Aeroſtaten unternommen. Inzwiſchen ſind die Schwierigkeiten der Verfertigung einer Kugel nicht unüber-

windlich, und bey der Lenkung länglicher Maſchinen möchte es wohl ſchwer fallen, immer den ſchmalen Theil derſelben vorwärts gekehrt zu halten; die breitere Seite aber würde den Widerſtand der Luft weit mehr, als eine Kugel von gleicher Wirkung, vergrößern; die Kugelgeſtalt, oder eine nicht weit von ihr abweichende, ſcheint daher noch immer die ſchicklichſte zu ſeyn.

Was den Stof betrifft, ſo hat man die Aeroſtaten zur verdünnten Luft von leinenem oder baumwollenem Zeuge gemacht, der die Luft nicht gleich hindurchläßt, wie denn die erſte zu Annonay aufgeſtiegene Kugel bloß mit Knöpfen und Knopflöchern zuſammengefügt war, und doch eine Zeitlang Luft hielt. Man wählt dergleichen Zeuge wegen ihres geringen Preiſes, da ſolche Maſchinen ſehr groß ſeyn müſſen. Bisweilen ſind ſie doppelt genommen, bisweilen mit Papier gefüttert worden. Man kan das Gewicht des Quadratſchuhes von leinenem Zeuge 2 Unzen rechnen. Zur brennbaren Luft, welche nicht ſo große Maſchinen erfordert, aber weit leichter die Hüllen durchdringt, hat man leichte ſeidne Zeuge genommen, und mit beſondern Firniſſen überſtrichen. Den Quadratſchuh Taffet kan man ohngefähr $\frac{3}{4}$ Unzen ſchwer annehmen.

Um nun das Vermögen einer Maſchine von gegebner Größe und Geſtalt zu berechnen, kan man ſich der Formel $k = c(a - b) - p$ ſo bedienen, daß man unter p blos das Gewicht der Maſchine ſelbſt $= sq$ ohne angehangene Laſt verſteht, ſo iſt k die Kraft, mit der ſie unbelaſtet aufſteigen würde, zeigt alſo, wie viel ſie noch zu tragen vermöge, ehe ſie ins Gleichgewicht kömmt. Es ſey z. B. das Vermögen einer Kugel von 30 Schuh Durchmeſſer zu berechnen, deren Oberfläche $s = 2828$ Quadratſchuhe, der Inhalt $c = 14142$ Cubikſchuhe iſt. So iſt, wenn man das Gewicht des Cubikſchuhes gemeiner Luft $a = 1, 4$ Unzen, b aber für erhitzte Luft $= \frac{2}{3}a$, für brennbare $= \frac{1}{7}a$ ſetzt, die Rechnung folgende:

für erhitzte Luft, wenn 1 Quadratſch. Leinwand 2 Unzen wiegt

c = 14142
a—b = $\frac{1,4}{3}$ = 0, 466
c(a—b) = 6598
p = sq = 5656
k = 942 Unzen
16)——
59 Pfund

für brennbare Luft, wenn 1 Quadratſch. Taffet $\frac{3}{4}$ Unzen wiegt

c = 14142
a — b = 1, 2
c(a — b) = 16968
p = sq = 2121
k = 14847 Unzen
16)——
928 Pfund

Auf dieſe Art iſt folgende Tabelle für Kugeln berechnet.

Durchmeſſer	Oberfläche	Inhalt	Vermögen der Kugel von Leinwand mit erhitzter Luft	Vermögen der Kugel von Taffet mit brennbarer Luft	
Schuhe	Quadratſch.	Cubikſchuh.	Pfund	Pfund.	Unz.
5	78	65	——	1	3
10	314	523	——	24	8
20	1257	4190	——	255	
30	2828	14142	59	928	
40	5028	33723	349	2276	
50	7857	65476	927	4542	
60	11314	113142	1885	7955	
70	15400	179666	3315	12753	
80	20114	268191	5308	19546	
90	25457	381857	7955	27443	
100	31415	523598	11344	37796	
200	125660	4188788	89012	308221	

Von dem gefundenen Vermögen der Kugel iſt noch das Gewicht alles deſſen abzuziehen, was außer dem Stoffe zur Kugel hinzugethan wird; das übrigbleibende iſt dann die Summe der Laſt, die ſie noch tragen kan, und der Kraft, mit welcher ſie aufſteigen wird. Wird die Kugel nicht ganz gefüllt, ſo muß ſo viel, als der leergelaſſene Theil beträgt, von ihrem körperlichen Inhalt abgezogen werden. Nach dieſen Anweiſungen kan es nicht ſchwer ſeyn, die Berechnung in jedem vorkommenden Falle anzuſtellen.

Da leinene und ſeidne Zeuge ebne Flächen bilden, ſo wird die Fläche einer daraus verfertigten Kugel jederzeit von der ſphäriſchen Geſtalt in etwas abweichen. Doch, wenn die Streifen geſchickt zugeſchnitten und verbunden ſind, ſo dehnen ſie ſich, wenn der Körper fürs erſte nur mit gemeiner Luft aufgeblaſen wird, um ihre Mitte ein wenig aus, und geben dem Ganzen eine Geſtalt, die von der Kugel ſehr wenig abweicht. Hiezu dient nun folgende Vorſchrift, Taf. I. Fig. 8. Man berechne den Umfang des größten Kreiſes der Kugel, und mache die Linie AD dem vierten Theile deſſelben gleich. Dieſe Linie AD theile man in 18 gleiche Theile, ziehe durch die Theilungspunkte die Linien DC, fg, hi u. ſ. w. ſenkrecht auf AD. Ferner theile man den gefundenen Umkreis in ſo viel gleiche Theile, als man Streifen, wie ABEC, haben will; die Helfte eines ſolchen Theils giebt die Länge der Linie DC. Dieſe Länge, multiplicirt in den bey fg ſtehenden Decimalbruch, giebt die Länge von fg; und ſo giebt die Länge von DC nach und nach, durch Multiplication in die dabeyſtehenden Decimalbrüche, die Längen der folgenden Parallellinien, mithin die Punkte C, g, i u. ſ. w., durch welche die krumme Linie CgiA leicht aus freyer Hand gezogen werden kan. Hieraus entſteht eine Patrone ADC, nach welcher ſich, durch viermaliges Auflegen auf die Seide oder Leinwand, der ganze Streif ABEC, zuſchneiden läßt. Iſt z. B. der Durchmeſſer einer Kugel, die man aus 12 Streifen zuſammenſetzen will = 20 Schuhe, ſo hält der Umfang des größten Kreiſes = 62, 8 Schuhe wovon der vierte Theil 15,7 Schuh für AD giebt. Der zwölfte Theil des Umkreiſes 5, 236 Schuh giebt BC, und die Helfte davon 2, 618 Schuh die Länge von DC. Dieſe multiplicirt mit 0,99619 giebt 2, 608 Schuh für fg; mit 0, 98481 giebt ſie 2, 578 Schuh für hi u. ſ. w. Die beygeſchriebenen Decimalbrüche ſind die Coſinus der Bogen von 5°, 10°, 15° ꝛc. für den Sinus totus = 1, nach deren Verhältniſſen ähnliche Bogen der Parallelkreiſe von 5 zu 5 Graden vom größten Kreiſe aus gegen den Pol A abnehmen. Beym Zuſchneiden ſelbſt

wird rings um die Patrone ein $\frac{1}{2}$ Zoll breiter Rand für die Näthe gelaſſen.

Die Hüllen zu Kugeln mit erhitzter Luft werden von innen mit etwas, das ſie vor dem Feuer ſchützt, von außen mit etwas, das vom Regen nicht aufgelöſet wird, z. B. inwendig mit einer Erdfarbe und auswendig mit einem ſehr ſchnell trocknenden Oelfirniß überſtrichen, auch wohl vorher in einer Auflöſung von Salmiak und Kalk geweicht. Die ſeidnen Zeuge zu Kugeln mit brennbarer Luft werden mit Firniſſen überſtrichen, wozu man in Frankreich eine geheim gehaltene Auflöſung des Federharzes (gummi elaſticum), vermuthlich in irgend einem weſentlichen Oele, zu gebrauchen anfieng, bis man endlich gefunden hat, daß ein Firniß von trocknendem Leinöl, mit Vogelleim abgekocht und mit Terpentingeiſt vermiſcht, eben ſo gute, oder noch beſſere Dienſte leiſte. Mit dieſem Firniß wird der Seidenzeug auf beyden Seiten überſtrichen, und, wenn alles getrocknet iſt, werden die vorhin beſchriebnen Streifen zur Kugel zugeſchnitten, mit den daran gelaſſenen Rändern an oder auf einander gelegt, gefaltet, und mit feſten Näthen zuſammengeſtochen. Es iſt gut, die Näthe noch einmal mit Firniß zu überſtreichen.

Die Aeroſtaten mit erhitzter Luft bekommen am Boden eine Oefnung, deren Durchſchnitt $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ vom Durchmeſſer der ganzen Maſchine beträgt; an dieſe wird ein leinener cylindriſcher Hals von gleichem Durchſchnitte und 6 Schuh Höhe angenähet. Sollen Menſchen mit in die Höhe ſteigen, ſo wird von außen um dieſen Hals eine von Weiden geflochtene 3 Schuh hohe und 18 Zoll breite Gallerie angebracht, deren inneres Gelender an den Hals der Maſchine befeſtigt iſt, das äußere aber an Stricken hängt, die vom obern Theile der Kugel kommen, und an der obern Helfte der Kugelfläche von andern Stricken in Form eines Netzes durchkreuzt werden. Auch wird eine Glutpfanne aus eiſernen Stäben, deren Durchmeſſer etwa $\frac{1}{3}$ von dem Durchſchnitte der Oefnung einnimmt, mitten unter derſelben, 1 Schuh höher, als der untere Rand des Halſes, an Ketten aufgehangen, welche an das innere Gelender der

Gallerie befeſtigt ſind. In den Hals werden Luftlöcher eingeſchnitten, durch welche man von der Gallerie aus das Feuer ſchüren und unterhalten kan. Taf. I. Fig. 9. zeigt die Geſtalt einer ſolchen Maſchine, wie ſie in die Atmoſphäre aufſteigt.

Um ſie zu füllen, wird ein 6 — 8 Schuh hohes Gerüſt ABCD, Taf. I. Fig. 10. errichtet, in deſſen Mitte der gemauerte Ofen oder Schorſtein EF bis auf den Boden herabgehet. Dieſer Ofen hat unten eine Thür, das Feuer anzumachen, und muß 2 — 3 Schuh über das Gerüſt hervorragen. Er muß etwas ſchmäler, als der Hals der Maſchine ſeyn. Man kan unten einen eiſernen Roſt legen, um dem Feuer Luft von unten her zu verſchaffen. An beyden Seiten des Gerüſts ſtehen ſtarke Bäume oder Maſten HI, KL, oben mit Rollen, über welche ein Strick läuft, der durch einen Ring am obern Theile der Maſchine gezogen, dazu dient, durch Anziehen ſeiner Enden die obern Theile der Maſchine in die Höhe zu heben. Auch um den Aequator der Kugel ſind Ringe angebracht, um an durchgezogenen Stricken die Maſchine feſthalten zu können. Die Kugel wird nun zuſammengefaltet ſo aufs Gerüſt gelegt, daß die Oefnung des Halſes genau auf den Schorſtein paſſet, in welchem ein helles, nicht viel Rauch gebendes Feuer von kleinem Holze und Stroh angezündet wird. Dieſes treibt einen Strom von erhitzter Luft in die Kugel, entfaltet dieſelbe, ſchwellt ſie an, und hebt ihren obern Theil, dem man durch den über die Rollen gezognen Strick nachhelfen kan. Nunmehr wird alles, was mit der Maſchine aufſteigen ſoll, in die Gallerie gebracht, in welche ſich auch die Luftfahrer ſtellen; man zieht die Kugel, ſobald ſie ſich hebt, ein wenig ſeitwärts, hängt die Gluthpfanne ein, zündet das Feuer in derſelben an, und überläßt die Maſchine der Luft.

Die Aeroſtaten mit brennbarer Luft bekommen an ihrem obern Theile eine Klappe, welche durch eine Feder zugehalten wird, und mit einer Schnur, welche bis an den Ort der Luftfahrer herabreicht, geöfnet werden kan. Dieſe Klappe dient, brennbare Luft aus dem Balle herauszu-

laſſen. An den untern Theil der Kugel kommen ein oder zwey Schläuche von gefirnißtem Taffet, die etwa 6 — 10 Zoll im Durchmeſſer halten, und ebenfalls bis an den Sitz der Luftfahrer herabreichen. Durch dieſe wird die Kugel gefüllt. Der Wagen oder das Boot, worinn die Luftfahrer ſitzen, hängt an Stricken, die von einem über die obere Helfte der Kugel gehenden Netze herabkommen, und etwa 2 Schuh unter der Kugel an einen freyſchwebenden hölzernen Reif befeſtiget ſind, von dem ſie weiter herabgehen und das Boot tragen. Einige haben auch noch einen hölzernen mit Leder überzognen Reif mitten um die Kugel gelegt, und die Stricke an denſelben befeſtiget, damit ſie nicht durch Hin- und Herſchieben die Kugel reiben ſollten. Taf. I. Fig. 11. zeigt einen Aeroſtat von dieſer Art in der Luft.

Um ſolche Maſchinen zu füllen, muß man zuerſt für die nöthigen Materialien zu Entbindung der brennbaren Luft ſorgen. Man rechnet auf einen Pariſer Cubikſchuh brennbares Gas, 6 Unzen Eiſenſpäne, 6 Unzen Vitriolöl, und 30 Unzen Waſſer; hieraus läßt ſich leicht finden, wie viel Materialien zu Füllung einer Kugel von gegebnem Inhalte nöthig ſind. Obgleich die Kugeln nie ganz gefüllt werden (damit das Gas Raum behalte, ſich in der obern weniger elaſtiſchen Luft auszubreiten) ſo iſt es doch rathſam, bey Anſchaffung der Materialien aufs Ganze zu rechnen, damit man deren eher zu viel, als zu wenig, habe. Taf. I. Fig. 12. zeigt nun die Geräthſchaft zur Füllung. A, A ſind zwo 3 Schuh breite und 2 Schuh tiefe Wannen, die in zwo andere breitere und mit Waſſer gefüllte Wannen B B, umgeſtürzt ſind. Am Boden jeder umgeſtürzten Wanne befindet ſich eine blecherne Röhre E, 7 Zoll weit und eben ſo lang. Um jede Wanne B, B werden 6 — 8 Fäſſer geſtellt, deren jedes im obern Boden zwo Oefnungen hat. Aus der einen Oefnung geht eine blecherne Röhre in die Höhe, beugt ſich über den Rand der Wanne B niederwärts, bis in das Waſſer dieſer Wanne herab, und endigt ſich mit einer aufwärts gekehrten und im Waſſer ſtehenden Oefnung unter der Wanne A. Die Weite einer ſolchen Röhre iſt etwa

$3\frac{1}{2}$ Zoll. Die andere Oefnung im Boden der Fäſſer dient zum Einſchütten der Materialien, und wird mit einem Zapfen verſchloſſen. Auch hier kan man die Kugel mit dem obern Ende an ein Seil hängen, das über zwo Rollen an hohen Bäumen läuft; das untere Ende der Kugel ſteht etwa 6 Schuh hoch über den Wannen A, A. Beym Füllen ſelbſt legt man das Netz über die Kugel, faltet ſie ganz zuſammen, um die gemeine Luft herauszutreiben, bindet die ſeidnen Schläuche um die blechernen Röhren EE, ſchüttet in die Fäſſer zuerſt die Eiſenſpäne, dann das Waſſer und zuletzt das Vitriolöl. Die brennbare Luft ſteigt dann durch die Röhren an den Böden der Fäſſer, und geht durch das in den Wannen B und A befindliche Waſſer in die Röhren EE, und durch die Schläuche in die Kugel über, ſchwellt dieſelbe auf, und macht, daß ſie ſich bald von ſelbſt ohne Hülfe des Seils GH in der Höhe erhält. So, wie ſich die Kugel immer mehr aufbläſet, wird das Netz ringsumher in die gehörige Lage gebracht, der Reif und das Boot für die Luftfahrer daran befeſtiget, und alles Nöthige zur Reiſe vorbereitet. Iſt die Kugel etwas über drey Viertel gefüllt, ſo bindet man die Schläuche von den Röhren EE ab, bindet ſie zu, und legt ihre Enden nebſt der Schnur zur Klappe in das Boot. Die Kugel, welche bisher mit Stricken, die an das Netz befeſtigt ſind, gehalten worden iſt, wird nun freygelaſſen, und ſteigt mit dem Boote und den Luftfahrern auf.

Von dem Schauſpiele, welches Maſchinen von ſolcher Größe darſtellen, wenn ſie mit Menſchen in die Luft ſteigen, ſprechen alle Augenzeugen deſſelben mit Entzücken und Bewundrung. Es hat Hohe und Niedrige, Kenner und Unerfahrne, überall ohne Ausnahme zur leidenſchaftlichſten Theilnehmung hingeriſſen. Die Großen haben ihren Beyfall durch königliche Belohnungen, die mittlern Stände durch Lobſprüche, Gedichte, Monumente, Münzen, das gemeine Volk durch Jauchzen, Einführung im Triumph, und Unwiſſende nicht ſelten durch eine faſt abgöttiſche Verehrung der Luftfahrer an den Tag gelegt. Den Luftfahrern ſelbſt fehlt es an Worten, um ihre Em-

pfindungen auszudrücken; alle aber geſtehen, daß vornehmlich die Herrlichkeit der Ausſicht und die in der Atmoſphäre herrſchende majeſtätiſche Stille ein unbeſchreiblich angenehmes Gefühl errege.

Welche Gattung von Aeroſtaten vorzüglicher ſey, läßt ſich noch nicht entſcheiden. Die mit verdünnter Luft ſind wohlfeiler und leichter zu verfertigen; die mit brennbarer hingegen ſicherer, kleiner und dauerhafter.

Die Bewegung des Aeroſtaten in der Luft läßt ſich, wie alle Bewegungen, in eine vertikale und eine horizontale zerlegen. Was die vertikale Bewegung betrifft, ſo ſteigt der Aeroſtat, der in den obern Regionen leichtere Luft antrifft, nur ſo lange, bis er ſich in derjenigen Luftſchicht befindet, welche mit ihm ſelbſt eine gleiche ſpecifiſche Schwere hat; oder er geht vielmehr wegen ſeiner ſchon vorher erlangten Geſchwindigkeit noch ein wenig über dieſe Luftſchicht hinaus, ſinkt wieder, und bleibt endlich nach verſchiedenen Oſcillationen ſtehen. Die nähere Unterſuchung dieſer Bewegung macht ein ſehr ſchönes Problem der höhern Mechanik aus, über welches der große Leonhard Euler wenige Tage vor ſeinem Tode ſeine letzten Rechnungen anſtellte, und wovon Meuſnier (Schreiben über den Ball im Champ de Mars, in dem am Ende angeführten Werke des Faujas) und Kramp (Geſchichte der Aeroſtatik, Strasburg 1784. 8. Th. I. 11—15 Abſchnitt) Auflöſungen zu geben verſucht haben. Dieſe Rechnungen gelten jedoch nur für Fälle, in welchen der Zuſtand des Aeroſtaten ſelbſt, während des Aufſteigens, ungeändert bleibt. Wenn Menſchen auf Aeroſtaten mit verdünnter Luft aufſteigen, ſo wirken ſie durch Verſtärkung und Verminderung des Feuers ſehr verſchiedentlich auf den Zuſtand der darinn enthaltenen Luft; Verſtärkung des Feuers treibt den Ball ſchneller in die Höhe, Verminderung deſſelben hält ihn zurück, oder ſenkt ihn wieder herab, und man ſieht leicht, daß ſo willkührliche Veränderungen ſich keiner Rechnung unterwerfen laſſen. Einige Luftfahrer, beſonders der unglückliche Pilatre de Rozier, brachten es ſehr weit in der Geſchicklichkeit, das Feuer zu behandeln,

und ſich dadurch nach Gefallen zu heben oder herabzuſenken; dieſes Mittel iſt ſo wirkſam, daß der Luftfahrer dadurch die feinſten vertikalen Bewegungen des Balls faſt ganz in ſeiner Gewalt hat.

Die vertikale Bewegung der Aeroſtaten mit brennbarer Luft läßt noch eher einige Berechnung zu. Für die Höhe, in welcher der Aeroſtat ſtehen bleibt, läßt ſich folgender Ueberſchlag machen. Vorausgeſetzt, daß die ſpecifiſchen Elaſticitäten der gemeinen und brennbaren Luft unverändert bleiben, wenn ſich gleich die abſoluten Elaſticitäten ändern, nimmt $a - b$ in gleichem Verhältniſſe mit a ſelbſt ab. Wenn daher das Gewicht eines Cubikſchuhes Luft in der Region, worinn die Kugel ſtill ſteht, $= \alpha$ geſetzt wird, ſo verwandelt ſich $a - b$ daſelbſt in $\frac{\alpha}{a}(a - b)$, und weil für den Fall des Stillſtehens $k = 0$ wird, ſo giebt die Formel $p + k = c(a - b)$ hier

$$p = \frac{c\alpha}{a}(a - b)$$

woraus $c(a - b) : p = a : \alpha$ folgt. Dies iſt das Verhältniß der Dichten der Luft, oder der Barometerhöhen, unten an der Erde und oben in der Region des Stillſtehens der Kugel. Iſt daher die Barometerhöhe an der Erde beym Abgange der Kugel $= H$, ſo wird die obere $h = \frac{pH}{c(a - b)}$ ſeyn, woraus ſich die Höhe der Region beſtimmen läßt. ſ. Höhenmeſſungen, barometriſche.

Ex. Als Charles am 1 Dec. 1783 in der Pläne bey Neſle aufſtieg, wog die Maſchine mit aller Laſt 438 Pfund, das Gewicht der Luft, welche ſie unten aus der Stelle getrieben hatte, (oder ca) wird 800 Pfund ſchwer angegeben, und $a : b = 5\frac{1}{4} : 1 = 21 : 4$ geſetzt. Daher iſt $c(a - b) = 800 - \frac{4}{21} \cdot 800 = 648$. Das Barometer hatte beym Abgange der Maſchine auf 28 Zoll 4 Lin. geſtanden. Nun iſt

$$648 : 438 = 28'' 4''' : 19'' 2'''$$

daß alſo die Kugel ſo lange ſteigen mußte, bis das Barometer auf 19 Zoll 2 Lin. ſtand. Charles fand es zwar nur auf 18 Zoll 10 Linien, welches eine Höhe von 1643 Toiſen giebt; bringt man aber die gehörigen Berichtigungen wegen der oben und unten verſchiedenen Wärme an, ſo finden ſich ſogar 17 Zoll 9 Lin. Es iſt alſo der Theorie ſehr gemäß, wenn Charles behauptet eine Höhe von 1600 Toiſen erreicht zu haben.

Auch bey dieſer Art von Aeroſtaten haben die Luftfahrer das Steigen und Fallen in ihrer Gewalt. Sie ſteigen, wenn ſie das Gewicht des Ganzen durch Herabwerfung von Ballaſt vermindern, in welcher Abſicht ſtets ein Vorrath von Sandſäcken ꝛc. mitgenommen wird; ſie ſinken, wenn ſie durch die Klappe etwas brennbare Luft herauslaſſen. Da auch die beſten gefirnißten Seidenzeuge nicht undurchdringlich für die brennbare Luft ſind, ſo würde der Aeroſtat bald von ſelbſt herabſinken, wenn man nicht von Zeit zu Zeit Ballaſt auswerfen wollte. Daher iſt zu langen Luftfahrten ein ziemlicher Vorrath von Ballaſt nöthig, deſſen Mangel oft viel Verlegenheit verurſacht hat. Blanchard war bey der Ueberfahrt über den Canal genöthigt, ſogar ſeine Kleider herabzuwerfen. Etwas Ballaſt muß auch für das Herabkommen aufgeſpart werden, damit nahe an der Erde durch das Abwerfen deſſelben der allzuplötzliche Fall der Maſchine verhütet werden könne. Das Herauslaſſen der brennbaren Luft durch die Klappe, wenn man herabſinken will, oder durch den Schlauch, wenn die Elaſticität des eingeſchloßnen Gas die Kugel zu ſtark ausſpannt und ſie zu zerſprengen drohet, ſind freylich nur Nothmittel, bey denen man allezeit brennbare Luft verliert. Es ſind daher Vorſchläge gethan worden, das Sinken auf andere Art zu bewirken, z. B. durch Gefäße, worein man äußere Luft pumpen und comprimiren könnte, um dadurch das Gewicht des Ganzen zu vergrößern; durch eine in die große Maſchine eingeſchloſſene zweyte, die man durch eine Röhre mit atmoſphäriſcher Luft aufblaſen könnte u. ſ. f. Allein dieſe Verſtärkungen des Gewichts ſind allzu unbeträchtlich; und der letztere Vorſchlag nützt bloß

dazu, das Zerplatzen der Kugel zu verhüten, indem man durch Auslaſſung der gemeinen Luft aus dem innern Balle der brennbaren Luft, wenn ſie ſich allzuſtark ausdehnet, mehr Raum verſchaffen kan. Mehr Beyfall hat der Vorſchlag gefunden, zween Aeroſtaten, einen mit brennbarer Luft, und 30 Schuh weit darunter einen mit Feuer, zu verbinden, wobey durch Verſtärkung und Verminderung des Feuers das Steigen und Fallen bewirkt werden kan. Man hat ſolche Maſchinen **Carolo-Montgolfieren** genannt; zwar verunglückte Pilatre de Rozier auf einer ſolchen, es ſcheint aber die Urſache dieſes Unfalls nicht die Entzündung der brennbaren Luft, ſondern das Zerreißen der Maſchine geweſen zu ſeyn, welche ſeit langer Zeit durch die Witterung gelitten hatte. Endlich hat man auch das Steigen oder Fallen durch auf- und niederbewegte **Ruder** oder **Flügel** zu bewirken geſucht, bisher noch ohne ſonderlichen Erfolg; Blanchard hat ſeinem Aeroſtat einen Fallſchirm (*Parachûte*) in Geſtalt eines ausgeſpannten Regenſchirms beygefügt, der allerdings dazu beyträgt, ein plötzliches Niederfallen zu verhüten.

Was die **horizontale** Bewegung betrifft, ſo iſt der ſich ſelbſt überlaſſene Aeroſtat gänzlich ein Spiel des Windes, der ihn ergreift und nach ſeiner Richtung forttreibt, da er bey einer vollkommnen Windſtille ſich gar nicht horizontal bewegen würde. Sich von dieſer Abhängigkeit zu befreyen, und den Aeroſtat nach einer vom Winde abweichenden willkührlichen Richtung zu **lenken**, das iſt das große Problem, deſſen Auflöſung noch bis jetzt die Naturforſcher beſchäftiget. Seitdem die Akademie der Wiſſenſchaften zu Lyon dieſes Problem zur Preisfrage für 1784 aufgegeben hat, ſind hierüber eine Menge theils ſinnreicher, theils thörichter Vorſchläge gethan worden. Unter die letztern ſind diejenigen zu rechnen, welche **Segel** zu brauchen anrathen, durch welche der ſchief anſtoßende Wind den Aeroſtaten, wie ein Schiff auf der See, treiben ſoll. Man hat hiebey nicht bedacht, daß der Wind aufhört, auf den Aeroſtaten zu wirken, ſobald dieſer mit ihm eine gleiche Geſchwindigkeit angenommen hat, daß ſich alſo der

Aeroſtat nicht in dem Falle des ſegelnden Schiffes befindet, welches von dem Widerſtande des Waſſers alle Augenblicke zurückgehalten wird, und nie eine dem Winde gleiche Geſchwindigkeit erlangt, daß er vielmehr in dem Falle einer Kugel iſt, welche eben ſo geſchwind vor der Hand herrollet, als dieſe nachfolgt, in welche alſo die Hand nicht wirken kan, ſ. **Kraft, relative.** Daher können hier auch die **Steuerruder** keine Wirkung thun, welche man ſchief gegen den Wind zu richten vorgeſchlagen hat.

Beſſer ſind die Vorſchläge von **Rudern** oder **Flügeln**, welche von den Luftfahrern ihrer Abſicht gemäß gegen die Luft, wie Ruder gegen das Waſſer, **bewegt** werden. Die damit angeſtellten Proben ſind noch bisher am glücklichſten ausgefallen, und die Brüder **Robert** behaupten, am 19 Sept. 1784 damit 2 Grad Abweichung vom Winde erreicht zu haben. Es iſt am beſten, ſolche Ruder ganz einfach zu machen; alle mechaniſche Künſteleyen würden mehr hinderlich ſeyn. So haben die **Roberts, Blanchard** u. a. ganz einfache runde oder viereckichte Flächen von Seide oder Leinwand in einen Rahmen gefaßt, und mit dem Stiele, wenn ſie nach der Richtung des Windes ſchlugen, die Fläche, wenn ſie das Ruder gegen den Wind zurückzogen, die Schärfe nach dem Winde gekehrt. **Lunardi** ſetzte ſeine Ruder aus ſeidnen Klappen zuſammen, welche ſich, nach dem Winde bewegt, zuſchlugen, gegen ihn geführt, öfneten, daß alſo das Umwenden nicht nöthig war. **Zambeccari** richtete die ſeinigen ſo ein, daß ſie ſich von ſelbſt umwendeten. Die glücklichſte Wirkung ſollen die Ruder der Herren **Vallet** und **Alban** bey ihrem Verſuche vom 29 Auguſt 1785 gethan haben.

Der Vorſchlag, durch eine kleine Oefnung an der Seite des Aeroſtats eine Störung des Gleichgewichts zu bewirken, und dadurch eine Bewegung der Kugel ſelbſt in Windſtillen zu veranlaſſen, gehört dem einen **Montgolfier** ſelbſt zu; Andere haben durch den Stoß der Luft aus einer Aeolipile oder durch Abbrennung von Raketen gegen den Wind zu wirken angerathen. Noch Andere glauben, da in den verſchiedenen Regionen der Atmoſphäre ganz ver=

ſchiedene Luftzüge herrſchen, die oft in der Höhe dem untern Winde ganz entgegengeſetzt ſind, ſo ſey es genug, durch abwechſelndes Steigen und Fallen diejenige Region aufzuſuchen, in welcher der erwünſchte Wind herrſche. Die Ausführung dieſes Vorſchlags ſetzt aber eine genauere Kenntniß der Winde in verſchiedenen Höhen voraus, als wir noch bisher erlangt haben.

Ueber den Nutzen, der ſich von der Erfindung der Aeroſtaten erwarten läßt, etwas Entſcheidendes zu ſagen, iſt bey einem ſo geringen Alter und unvollkommenen Zuſtande derſelben kaum möglich. Sie iſt, wie Franklin geſagt haben ſoll, ein neugebohrnes Kind, das der Erziehung und Ausbildung bedarf, über deſſen künftige Verdienſte zu entſcheiden, Thorheit wäre. Unter den Händen einſichtsvoller Naturforſcher könnte ſie vielleicht anſehnliche Verbeſſerungen erhalten, und zur Erweiterung der Wiſſenſchaften ſowohl als zum Vortheile der menſchlichen Geſellſchaft auf manche Weiſe nützlich werden; wofern nicht ein unglückliches Schickſal ſie ganz den Händen eitler oder gewinnſüchtiger Waghälſe überliefert, die ſie zur Schau herumzutragen, und den Enthuſiasmus, mit dem man ſie zuerſt aufnahm, in kalte Gleichgültigkeit zu verwandeln anfangen. Die bisher angeſtellten Luftfahrten ſind freylich größtentheils bloße Schauſpiele geweſen, und haben uns noch wenig eigentlichen Nutzen oder Belehrung über den Zuſtand der Atmoſphäre verſchaft, ob ſie gleich die Luftfahrer immer ſehr reichlich mit meteorologiſchen Werkzeugen ausgerüſtet hatten. Die auffallende Unterlaſſung des Gebrauchs dieſer Werkzeuge iſt theils der Unwiſſenheit mancher Luftſchiffer, theils ihrer ſehr zu entſchuldigenden Zerſtreuung durch andere Gegenſtände zuzuſchreiben. Man iſt inzwiſchen den kühnen Unternehmern der erſten Luftreiſen den wärmſten Dank ſchuldig; ſie haben mit Gefahr ihres Lebens die Möglichkeit einer Unternehmung bewieſen, die dem menſchlichen Verſtande zur Ehre gereicht, und ſeiner Wirkſamkeit ein neues Gebiet eröfnet. Dem erſten Luftfahrer, Pilatre de Rozier, nebſt ſeinem Gefährten, hat ſie zwar das Leben gekoſtet; allein wie wahrſcheinlich

iſt es, daß unter den 60—70 erſten Seefahrern weit mehr, als zween, verunglückt ſeyn mögen. Auch haben nachher angeſtellte Luftreiſen ſchon bewieſen, daß dieſer unglückliche Fall die Fortſetzung der aeroſtatiſchen Verſuche nicht hemmen werde.

Welche Vortheile dieſe Erfindung in Zukunft gewähren könnte, kan ſich Jeder, auch mit nur mäßig lebhafter Einbildungskraft, ſelbſt vorſtellen; für die Phyſik werden genauere Unterſuchungen über den Zuſtand der Atmoſphäre, über Wolken, Entſtehung des Regens und der Meteore überhaupt, über die Stralenbrechung, Abnahme der Schwere, Fortpflanzung des Schalls, Elektricität der Atmoſphäre ꝛc. die wichtigſten ſeyn. Zur Unterſuchung der atmoſphäriſchen Elektricität ſind kleinere Aeroſtaten mit brennbarer Luft, ſchon mit großem Vortheil, ſtatt der bisher gewöhnlichen Drachen gebraucht worden.

Deſcription des experiences de la machine aëroſtatique, par M. *Faujas de St. Fond.* Paris 1783. 8. Premiere ſuite de la deſcription des exp. etc. Paris 1784. 8. Beſchreibung der Verſuche mit den aeroſtatiſchen Maſchinen von **Faujas de St. Fond.** Leipzig 1784. 8. Fortgeſetzte Beſchreibung ꝛc. mit einem Nachtrage der neuſten Verſuche. Leipzig, 1785. 8.

Montgolfierſche Luftkörper von **F. L. Ehrmann.** Straßburg 1784. 8. Geſchichte der Aeroſtatik, hiſtoriſch, phyſiſch und mathematiſch ausgeführt (von **Kramp.**) Erſter Theil Straßburg 1784. Zweiter Th. eb. 1785. 8. **Tib. Cavallo** Geſchichte und Praxis der Aeroſtatik., a. d. Engl. Leipzig 1785. 8.

Aeroſtatik, Aëroſtatica, *Aëroſtatique.* Dieſer Name gebührt eigentlich der Lehre vom Gleichgewicht der Luft, ſowohl für ſich, als mit andern Körpern, iſt auch in dieſer Bedeutung ſehr richtig ſchon von **Leupold** (Theatr. aëroſtat.) und neuerlich von Herrn **Karſten** (Lehrbegrif der geſammten Mathematik. III. Th. Greifswald 1769. 8.) gebraucht worden. Er bezeichnet auf dieſe Art einen groſſen Theil der Aerometrie, welche ſich in Aeroſtatik, Pnevmatik und Aerodynamik abtheilen läßt, ſ. **Aerometrie.** Seit der Entdeckung der Luftbälle haben einige angefangen, den Namen der Aeroſtatik in eingeſchränkterm Sinne bloß

der Lehre von den Aeroſtaten (ſ. den vorhergehenden Artikel) beyzulegen, die doch nur einen Theil der eigentlichen Aeroſtatik ausmacht. Meines Erachtens wäre für dieſe Lehre der Name Aeronautik ſchicklicher, da die Hauptabſicht doch auf Luftſchiffahrt, oder willkührliche Bewegung die Aeroſtaten in der Luft, gerichtet iſt. Die Engländer, z. B. Cavallo, brauchen das noch unſchicklichere Wort: *Aeroſtation*, welches eher die Kunſt bezeichnet, in der Luft ſtillzuſtehen, als die, in derſelben zu ſchiffen.

Aeroſtatiſche Maſchine, Aeroſtat.

Aether, Himmelsluft, feine Materie im Weltraume, Aether, materia ſubtilis, elementum primum Carteſii, *Ether, matière ſubtile.* Namen, welche die Naturforſcher einer von ihnen angenommenen äuſſerſt feinen und elaſtiſchen flüßigen Materie beylegen, welche durch den ganzen Weltraum verbreitet ſeyn, und durch die Zwiſchenräume aller Körper dringen ſoll. Alles, was ſich von dieſem Gegenſtande ſagen läßt, iſt hypothetiſch, und bloß zur Erklärung gewiſſer Erſcheinungen angenommen; unmittelbare und klare Erfahrungen über das Daſeyn und die Eigenſchaften des Aethers fehlen gänzlich. Daher dieſer Artikel nichts weiter, als eine kurze Anzeige menſchlicher Meynungen enthalten kan.

Descartes, welcher vorausſetzte, daß es in der Welt gar keinen leeren Raum gebe, nahm an, der Schöpfer habe bey Hervorbringung der Welt eine Menge Theilchen von verſchiednen Geſtalten in Bewegung geſetzt; durch das Abtreiben dieſer Theilchen an einander ſeyen drey Elemente entſtanden; aus den feinſten abgeriebnen Stäubchen beſtehe das erſte, aus den kugelförmigen Theilchen das zweyte, aus den gröbern und unregelmäßig gebildeten das dritte Element. Dieſes dritte Element ſey der Stof der Erde und der Planeten, das zweyte die Materie des Lichts, das erſte aber oder die ſubtile Materie bilde, wenn ſie ſich um einen Mittelpunkt ordne, eine Sonne, fülle aber auch die Zwiſchenräume aus, welche zwiſchen den eckichten oder runden Geſtalten der übrigen Elemente

leer blieben, und ſo ſchließe die Materie des Ganzen mit der vollkommenſten Berührung zuſammen. So hat er ſich unter dem Namen des erſten Elements faſt eben das vorgeſtellt, was neuere Naturlehrer Aether nennen, eine feine durch den Weltraum und die Zwiſchenräume der Körper verbreitete Materie, die er zwar von der Materie des Lichts unterſchied, aber doch mit zur Erklärung des Lichts und überhaupt aller Erſcheinungen der Körperwelt gebrauchte.

Malebranche (Recherche de la verité. L. VI. ch. 9.) und Jacob Bernoulli (De gravitate aetheris. Amſt. 1683. 8.) ſchreiben dem Drucke einer ſolchen Materie, die ſie Aether nennen, die Feſtigkeit und den Zuſammenhang der Körper zu. Der letztere nimmt eigentlich den Aether hiebey zu Hülfe, weil er mit dem Drucke der Luft allein nicht auskommen kann.

Huygens (Traité de la lumiere. Leide 1690. 4.) legt der Lichtmaterie ſelbſt den Namen Aether bey, ſchreibt ihr Elaſticität zu, und erklärt die Fortpflanzung des Lichts in derſelben durch wellenförmige Bewegungen, oder Wirbel, welche jedes von dem leuchtenden Körper bewegte Theilchen derſelben rings um ſich her errege. Er leitet die Phänomene des Doppelſteins oder isländiſchen Kryſtalls von einer doppelten Art dieſer Wirbel her, deren eine kugelrund, die andere länglich ſey. So erdachten ſich dieſe Naturlehrer Materien und Bewegungen derſelben nach ihrem Gefallen und nach dem Bedürfniſſe ihrer Hypotheſen, ohne eine einzige unmittelbare Erfahrung über das wirkliche Daſeyn derſelben anzuführen.

Newton, dem die willkührliche und hypothetiſche Art, über die Natur zu philoſophiren, äußerſt misfiel, ward durch Experimentaluntersuchungen des Lichts auf das Emanationsſyſtem geleitet, und erklärt ſich an verſchiedenen Stellen ſeiner Schriften gegen die Hypotheſen vom Aether, ſo wie gegen alle Hypotheſen überhaupt. Hauptſächlich aber beſtreitet er die Meynungen des Descartes von dem völlig ausgefüllten Raume, und des Huygens von der Fortpflanzung des Lichts durch wellenförmige Schwingungen des Aethers. Inzwiſchen iſt ſeine Mey-

nung wohl nicht dahin gegangen, das Daſeyn einer feinen Materie im Himmelsraume und in den Zwiſchenräumen der Körper zu läugnen. Wenn er (Philoſ. naturalis princip. math. L. III. Prop. 10.) behauptet, die Planeten litten bey ihren Bewegungen im Himmelsraume keinen Widerſtand, ſo beweiſet er dieſes nur daraus, weil die Luft 200 Meilen über der Erde ſchon 75 Billionenmal dünner, als an der Erdfläche ſey, und Jupiter in einem ſo dünnen Mittel eine Million Jahre laufen könnte, ehe er durch den Widerſtaud deſſelben nur ein Milliontheilchen der ihm mitgetheilten Bewegung verlieren würde. Dies heißt wohl nicht, eine **abſolute Leere**, es heißt, eine äußerſt feine Materie in den Himmelsraum ſetzen, oder es heißt vielmehr, nicht entſcheiden, aber nur zeigen, daß auch, wenn eine ſolche Materie da wäre, der Widerſtand noch nicht merklich ſeyn könne. Und was den Aether in den Zwiſchenräumen der Körper betrift, ſo zeigt der Schluß ſeiner Principien deutlich, daß er das Daſeyn deſſelben für wahrſcheinlich gehalten habe. „Adjicere liceret, ſagt er, nonnulla de ſpiritu quodam ſubtiliſſimo corpora craſſa „pervadente, et in iisdem latente etc.“ Er wirft über dieſe in den Körpern verborgne feine Materie in ſeiner Optik einige merkwürdige Fragen auf. Zwar iſt nicht zu läugnen, daß in den ältern Ausgaben dieſes Werks (Optice; aut. Iſ. *Newtono*, latine redd. *Sam. Clarke*, Lond. 1706. 4. qu. 23.) ſeine Ausdrücke mehr Kräfte (virtutes, potentias) bezeichnen, als den Stoß einer feinen Materie angeben. Er ſetzt aber ausdrücklich hinzu: Fieri ſane poteſt, ut haec attractio efficiatur *Impulſu*. Allein in des **Coſte** franzöſiſcher Ueberſetzung, welche nach der zweyten engliſchen Ausgabe von 1718 gemacht iſt, (Traité d'optique, par M. le Chev. *Newton*. Amſterd. 1720. gr. 12.) ſind die der Optik beygefügten Fragen ganz ungeändert. **Newton** fragt hier (qu. 18—21), ob nicht vielleicht die Erwärmung der Körper durch die Lichtſtralen, Brechung und Zurückwerfung des Lichts, Schwere und viele andere Phänomene der Körperwelt, durch eine elaſtiſche Materie, erklärt werden könnten, deren Schwingungen 700000mal

ſchneller, als die Schwingungen der Luft beym Schalle, wären, und die daher eine 490000 Millionenmal ſtärkere Elaſticität, als die Luft, beſitze; ob nicht die Wärme den luftleeren Raum mit Hülfe eines weit feinern Mittels durchdringe; ob nicht die Zurückwerfung des Lichts von der verſchiedenen Dichte dieſes **ätheriſchen Mittels** herrühre, u. ſ. w. Dieſe Fragen beweiſen deutlich, daß **Newton** das Daſeyn einer ſolchen Materie keineswegs für unwahrſcheinlich gehalten habe. Inzwiſchen konnte er bey ſeiner Lehrart, welche bloß von allgemeinen Phänomenen ausgieng, ohne deren Urſachen erklären zu wollen, den Aether, ſo wie alle Hypotheſen, völlig entbehren.

Herr **Euler** hat in ſeiner mit ſo vielem Beyfall aufgenommenen Theorie des Lichts und der Farben (ſ. **Licht**) **Huygens** oben angeführte Meynung zum Grunde gelegt, und ein Gebäude von Rechnungen darauf errichtet, welches ihn als Mathematiker in ſeiner ganzen Größe zeigt. Fortpflanzung des Lichts und Entſtehung der Farben werden darinn lediglich den Schwingungen des **Aethers** zugeſchrieben. Als Phyſiker, hätte der vortrefliche Urheber dieſer Theorie eigentlich mit Erfahrungen über das Daſeyn eines **Aethers** den Anfang machen ſollen, wenn ſeine Lehre mehr als Hypotheſe oder Vorſtellungsart ſeyn ſollte. Statt deſſen begnügt er ſich, **Newtons** Emanationsſyſtem und die Leere der Himmelsräume zu beſtreiten. Er wundert ſich, daß **Newton**, um die Bewegung der Planeten nicht zu hindern, eine Leere im Himmelsraume angenommen, und doch durch ſeine ausfließenden Lichtſtralen dieſe Leere wieder mit einer Materie ausgefüllt habe, deren ſtete und heftige Bewegung den Lauf der Planeten unendlich ſtärker ſtören müſſe. „Ein trauriges Beyſpiel „menſchlicher Weisheit,“ ſagt er (Lettres à une princeſſe d'Allemagne. L. 18.), „die, um einer Schwie„rigkeit auszuweichen, oft auf eine weit größere Thor„heit verfällt.“ Dies Urtheil über **Newton** ſcheint mir zu hart; ich kenne keine Stelle ſeiner Schriften, die eine abſolute Leere im Weltraume behauptete; er ſtreitet überall bloß gegen den **abſolut** und ohne alle leere Zwi-

ſchenräume erfüllten Raum (*plein abſolu*) des Descar-tes, und wenn einige ſeiner Schüler und deren Ausſchreiber aus Misverſtand, zum Theil aus Unverſtand, weiter gegangen ſind, ſo muß man ihre kühnen Ausſprüche nicht für Behauptungen des weit beſcheidnern und vorſichtigern Lehrers halten.

Euler macht ſich vom Aether, der ihm zu ſeiner Theorie vom Lichte unentbehrlich iſt, die Vorſtellung, daß er eine höchſt feine, flüßige, elaſtiſche Materie ſey, und vermöge ſeiner Elaſticität die Himmelsräume ſowohl, als die Zwiſchenräume der Körper erfülle. Er erklärt durch die Schwingungen deſſelben das Licht und die Farben, aus ſeiner Elaſticität die elektriſchen Erſcheinungen und viele andere Phänomene der Natur. Der Beyfall, den die Euleriſche Theorie des Lichts unter den Naturforſchern gefunden hat, hat auch dieſer Idee vom Aether eine faſt allgemeine Aufnahme verſchaft; und in der That kan man eben ſo wenig gegen die Wahrſcheinlichkeit des Daſeyns einer ſolchen Flüßigkeit etwas einwenden, als man unmittelbare Beweiſe dafür anführen oder Verſuche über ihre Natur anſtellen kan. Daß die Himmelsräume nicht leer ſind, und daß ſelbſt in luftleeren Räumen noch etwas weit Feineres, als Luft, vorhanden ſey, läßt ſich gar nicht läugnen: daß man dieſes Etwas Aether nenne, dawider iſt nichts einzuwenden, wenn man nur zugleich geſtehet, daß wir nicht viel von dieſem Etwas wiſſen.

Einige Aſtronomen haben in den Bewegungen der Planeten Veränderungen finden wollen, welche einigen Widerſtand des Mittels, in welchem ſie laufen, anzuzeigen ſcheinen. Euler (De relaxatione motus planetarum a reſiſtentia aetheris orta, in Opuſc. To. I. no. 4.) ſetzt ſie hauptſächlich in eine Verkürzung der großen Axe ihrer Bahnen und der Umlaufszeiten; er nimmt an, das Sonnenjahr werde alle Jahrhunderte etwa um 5 Secunden kürzer. Die Pariſer Akademie der Wiſſenſchaften hatte für 1762 die Frage aufgegeben, ob dergleichen Widerſtand vorhanden wäre, und was er für Wirkungen hätte. Der Abbé Boſſut erhielt den Preis und Herr Albert Euler

das Acceſſit (Recueil des piéces, qui ont remporté le prix de l'ac. roy. To. VIII. *Boſſut* Recherches ſur les altérations, que la reſiſtence de l' éther peut produire dans les mouvemens moyens des planétes. Charleville 1766. 4.). Dennoch urtheilt Herr de la Lande (Aſtronom. Handb. §. 1059.), bisher beweiſe noch nichts einen Widerſtand der ätheriſchen Materie; und nach dem Eingeſtändniſſe aller Aſtronomen müßten die Himmelskörper, wenn nicht in einem ganz leeren Raume, wenigſtens in einer Materie ſich befinden, deren Wirkung unmerklich, und welche für uns eben ſo, als ein leerer Raum, ſey.

Aether, Aether, Naphtha, Spiritus aethereus, *Ether*. In der Chymie iſt dies der Name einer weißen durchſichtigen Feuchtigkeit, von einem beſondern höchſtdurchdringenden Geruche, welche ungemein leicht, flüchtig und entzündbar iſt, und aus dem Weingeiſte vermittelſt der Säuren bereitet wird. Der Aether vermiſcht ſich nicht in allen Verhältniſſen mit dem Waſſer; er ſcheint überhaupt einigen Chymikern das Mittel zwiſchen dem Weingeiſte und den Oelen zu halten, und ein Weingeiſt zu ſeyn, der durch die Säure ſeines Waſſers zum Theil beraubt, und der Natur der Oele näher gebracht worden iſt; andere glauben, die Säure wirke mehr auf des Weingeiſts ölichte Theile, und erzeuge mit ihnen den Aether.

Der Aether wird durch die Deſtillation des rectificirten Weingeiſts mit Säuren bereitet; je nachdem man hiezu Vitriolſäure, Salpeterſäure, Eßigſäure oder Salzgeiſt gebraucht, erhält er die Namen Vitriolaether (Naphta vitrioli), Salpeteraether, Eßigaether, Salzaether. Ohne nähere Beſtimmung des Worts wird unter Aether gemeiniglich Vitriolaether verſtanden.

Der Aether verdünſtet äußerſt leicht, und bringt dabey eine große Kälte hervor. Baume hat ein Reaumüriſches Thermometer durch Umwicklung der Kugel mit Leinwand, die in Aether getaucht war, bis auf 40 Grad unter den Eispunkt fallen ſehen. Man kan alſo damit im heißeſten Sommer Waſſer zum Gefrieren bringen. Et-

was Aether in einem kleinen Löffel verdünſtet bald in der Luft, und verſchwindet aus den Augen. Er iſt ein kräftiges Auflöſungsmittel aller ölichten Materien, z. B. des Copals, des elaſtiſchen Harzes u. ſ. w., nimmt das Gold aus dem Königswaſſer an ſich, und wird in der Arzneykunſt mit Weingeiſt vermiſcht, zu dem Hofmanniſchen ſchmerzſtillenden Geiſte (liquor anodynus mineralis) gebraucht.

Macqueur's chym. Wörterbuch. Art. Aether.

Aetzbarkeit, ſ. **Kauſticität.**

Affinität, ſ. **Verwandtſchaft.**

Aggregat, Aggregatum, *Aggrégation.* Wenn ein Ganzes aus mehrern Theilen ſo entſteht, daß ein Theil ſich bloß neben den andern legt, und durch die Kraft des Zuſammenhangs bey der Berührung, oder durch ein bindendes Mittel mit dem nebenliegenden vereiniget wird, ſo erhält ein ſolches Ganzes den Namen Aggregat. Dabey bleibt die Beſchaffenheit der Theile unverändert. Wenn hingegen die Theile in einander greifen, einander auflöſen, und ſich ſo zu einem Ganzen verbinden, das andere Eigenſchaften hat, als vorher jeder Theil für ſich hatte, ſo heißt das Ganze ein **Gemiſch, Miſchung** (Mixtum). So iſt z. B. ein Sandſtein oder eine Breccia ein Aggregat von Körnern oder Steinen; eine Silberauflöſung hingegen eine Miſchung von Silber und Scheidewaſſer.

Akronyktiſch, Acronychos ſ. Acronyctus, *Acronyche, Acronyctique*, heißt der Auf- oder Untergang der Geſtirne, wenn er zu Anfang der Nacht, oder mit Sonnenuntergang geſchieht. So geht Sirius für Leipzig jährlich um den 8 Febr. mit Sonnenuntergang auf, und um den 17 May mit der Sonne zugleich unter. Dies ſind alſo bey uns die Tage ſeines akronyktiſchen Auf- und Untergangs.

In den älteſten Zeiten, ehe noch der Kalender gehörig geordnet war, pflegte man die Tage des Jahres durch das mit Auf- oder Untergang der Sonne erfolgende

Auf- und Untergehen der Geſtirne zu bezeichnen. Dies haben noch zu den Zeiten der Griechen und Römer die Dichter und Schriftſteller vom Feldbau beybehalten. Es iſt daher zur Erklärung der Alten nothwendig, die Tage des Jahres finden zu können, an welchen zu jeder Zeit und an jedem Orte ein gegebnes Geſtirn akronyktiſch u. ſ. w. auf- und untergegangen iſt. Noch etwas hievon ſ. unter dem Artikel: **Aufgang.**

Akuſtik, Acuſtice, *Acouſtique.* Dieſen Namen führt die Lehre vom Schall und Ton, welche zugleich die phyſikaliſchen und mathematiſchen Gründe der Muſik in ſich begreift. Der Name iſt griechiſchen Urſprungs, und bedeutet: Gehörlehre.

Die mathematiſche Theorie der Muſik hat ſchon die Alten beſchäftiget. Man ſchreibt ihre Erfindung dem **Pythagoras** zu, welcher nach der Erzählung des **Jamblichus** in dem Klange der Schmiedehämmer Accorde bemerkt, und aus dem Gewichte der Hämmer die Verhältniſſe derſelben geſchloſſen haben ſoll. Es wird hinzugeſetzt, er habe Saiten durch angehangene Gewichte von gleicher Größe mit den Gewichten der Hämmer geſpannt, uud durch eben dieſe Accorde erhalten. Dieſer Zuſatz iſt offenbar falſch, weil die Verhältniſſe der Accorde oder Conſonanzen (z. B. für die Octave 1 : $\frac{1}{2}$) nicht Verhältniſſe der Spannungen, ſondern vielmehr der Längen der Saiten ſind, und angehangene Gewichte, wenn ſie Saiten von gleicher Länge zu einem Accorde ſpannen ſollen, ſich nicht, wie jene Längen, ſondern umgekehrt, wie die Quadratzahlen derſelben (für die Octave wie $\frac{1}{4}$: 1) verhalten müſſen.

Die theoretiſchen Muſiker der Alten haben ſich in zwo Secten, die **Pythagoräer** und **Ariſtoxenianer,** getheilt. Jene ſahen mit Recht auf die Zahl, welche die Verhältniſſe der Accorde ausdrücken, hiengen aber an gewiſſen willkührlich angenommenen Sätzen, z. B. daß die Quarte über der Octave keine Conſonanz gebe, weil ihr Verhältniß (1 : $\frac{3}{8}$) nicht einfach genug ſey. Dieſe verwarfen die Verhältniſſe gänzlich, beriefen ſich bloß auf

Empfindung, und rechneten alle Intervalle nach Tönen und halben Tönen, ohne ſich zu bekümmern, was ein Ton, und ob jedes Intervall eines ganzen oder halben Tons ſo groß, als das andere, ſey.

Die älteſten Schriftſteller über die Muſik hat Marcus Meibom unter dem Titel: Muſici veteres, 1652. in zween Quartbänden herausgegeben. Des Claudius Ptolomäus Harmonica nebſt des Porphyrius Commentar und Manuels von Bryenne Harmonica ſind von Wallis zu Oxford, 1682. 4. edirt, und nachher in den dritten Band ſeiner Werke (*Io. Walliſii* Opera mathematica. Oxon. 1699. III. Vol. fol.) eingerückt worden.

Die neuere Tonkunſt weicht von den Grundſätzen der Alten beträchtlich ab. Die Harmonie, oder Zuſammenſtimmung mehrerer einander begleitenden Stimmen, iſt, wie Bürette (Hiſt. de l'Acad. des Inſcriptions et belles lettres. a. 1716.) ſehr wahrſcheinlich gezeigt hat, den Alten ganz unbekannt geweſen; unter den Neuern aber anfänglich bloß nach Empfindung und Gehör behandelt, und erſt von Rameau (Traité de la harmonie. Paris 1722. 4.), wiewohl mit vielem Willkührlichen vermiſcht, in ein Syſtem gebracht worden. Seit dieſer Zeit haben ſich Mathematiker und Tonkünſtler vereiniget, um die Regeln der Muſik auf beſtimmte Grundſätze zu bringen. Euler (Tentamen novae theoriae muſices. Petrop. 1739. gr. 4.) behandelt die Tonkunſt ganz mathematiſch, und hat zuerſt über die vorher bloß durch Proben und Erfahrung verbeſſerten Blasinſtrumente etwas Gründliches geſagt; brauchbare Werke für die Tonkünſtler ſelbſt haben Kirnberger (Die Kunſt des reinen Satzes in der Muſik. Berlin 1771. 4.), Marpurg (Verſuch über die muſikaliſche Temperatur. Breslau 1776. 8.) und Sulzer (Allgem. Theorie der ſchönen Künſte in alphabetiſcher Ordnung. Leipz. 1773. gr. 8.) geliefert.

Akuſtiſche Werkzeuge, Inſtrumenta acuſtica, *Inſtrumens acouſtiques*. Werkzeuge, deren ſich ſchwer hö-

rende Perſonen bedienen, um die Wirkung des Schalls auf ihr Gehör zu verſtärken, ſ. Hörrohr.

Alaun, Alumen, *Alun*. Ein erdiges Mittelſalz, welches durch Verbindung der Vitriolſäure und Thonerde oder Alaunerde entſteht. Es läßt ſich leicht in Waſſer auflöſen und kryſtalliſiren, hat einen herb-ſüßlichen ſtark zuſammenziehenden Geſchmack, und weil die Kryſtallen deſſelben viel Waſſer enthalten, ſo gerathen ſie über dem Feuer von ſelbſt in Fluß, das Waſſer verdünſtet, und es bleibt der gebrannte Alaun, ein lockeres, trocknes und leicht zerreibliches Salz, übrig. Man bereitet den Alaun aus mancherley kieſichten und erdichten Materien, z. B. aus einer Erde der Solfatara bey Puzzuolo, einem Steine in der Gegend von Civita-Vecchia, aus Kieſen und Erzen verſchiedener Bergwerke. Man gebraucht ihn vorzüglich in der Färbekunſt, in der er eine Hauptmaterie ausmacht, um die Farben zu befeſtigen; außerdem zum Planiren des Papiers, Ausſieden des Silbers, Verſilbern des Kupfers, zur Lederbereitung, zu feuerabhaltenden Anſtrichen, zu Lackfarben u. ſ. w.; auch in der Arzneykunde als ein wirkſames zuſammenziehendes Mittel.

Macquer chym. Wörterbuch. Art. Alaun.

Alaunerde, ſ. Thonerde.

Alchymie, Alchymia, *Alchymie*. Dieſen Namen, der wegen des vorgeſetzten arabiſchen Artikels ſo viel, als Chymie im vorzüglichen Verſtande (*Chymie par excellence*) bedeutet, legen die ſogenannten Adepten ihrer vermeynten Wiſſenſchaft bey, durch welche ſie die Operationen der Natur im Innern der Erde, Erzeugung und Verwandlung der Metalle u. dgl. nachzuahmen und auszuführen ſuchen. Seitdem man dem Golde durch einſtimmigen Vergleich einen ſo hohen Werth beygelegt hat, ſeitdem hat auch die der aufgeklärtern Chymie ſo ſchädliche Raſerey des Goldmachens gewüthet. Ohne die noch bis jetzt unentſchiedene Frage von der Möglichkeit deſſelben zu unterſuchen, überließen ſich oft Köpfe, die auf einem beſ-

ſern Wege mehr zu leiſten vermocht hätten, den Trieben der Gewinnſucht, zogen ihre Unterſuchungen gänzlich auf den engen Punkt des Goldmachens zuſammen, verſteckten ſich bey ihren fehlgeſchlagnen Erwartungen hinter dem Schleyer einer geheimnißvollen und räthſelhaften Sprache, oder täuſchten auch wohl leichtgläubige Menſchen durch kühne Betrügereyen. Um ihrer eitlen Kunſt Anſehen zu verſchaffen, ſchrieben ſie ihr ein hohes Alter zu, und ſuchten ſie in den Lehren des **Hermes** und in der Weisheit der alten Egyptier zu finden. Leider hat die Geſchichte der Chymie bis ins ſechszehnte Jahrhundert keine andern als alchymiſtiſche Schriften aufzuweiſen, in welchen durch eine Menge von unverſtändlichen Worten und ſeltſamen Ideen nur hin und wieder eine oder die andere nützliche Wahrheit durchſchimmert. **Theophraſtus Paracelſus Bombaſt von Hohenheim**, ein berüchtigter Alchymiſt des ſechszehnten Jahrhunderts und ein Mann von ausſchweifender Lebhaftigkeit, ſetzte zu den vorigen Thorheiten noch die vorgebliche Erfindung einer Univerſalmedicin hinzu, verbrannte in einem Anfalle von Raſerey die Bücher der alten Aerzte, und ward, ob er gleich im acht und vierzigſten Jahre ſtarb, dennoch der Stifter einer Secte, welche durch einen und ebendenſelben Prozeß ſich Gold und Unſterblichkeit zu verſchaffen ſuchte. Diejenigen unter ſeinen Nachfolgern, welche ſich ihren Endzweck erreicht zu haben rühmten, nannten ſich **Adepten**, und das Mittel, welches ihnen die Erfüllung ihrer Wünſche verſchaffen ſollte, den **Stein der Weiſen**, ſo wie ſie auch ſich ſelbſt den Namen der Feuerphiloſophen (Philoſophi per ignem) beylegten. So nannten ſich in ältern Zeiten die Sterndeuter Mathematiker, wie Sextus Empirikus ſagt, magnifico nomine artis vanitatem exornaturi.

Inzwiſchen iſt doch unſere neuere, durch Bemühungen verdienſtvoller Männer ſo ſehr aufgeklärte, Chymie eine Tochter dieſer übelberüchtigten Mutter, obgleich beyde mit einander nichts mehr, als den Namen und einige im Gebrauch gebliebene Kunſtworte und Bezeichnungen, gemein haben. Schon im ſechszehnten Jahrhunderte, und

zu den Zeiten des **Paracelſus** ſelbſt, fiengen einige verſtändige und gelehrte Männer, z. B. **Agricola**, **Ercker** ꝛc. an, einen beſſern Weg zu bezeichnen, indem ſie zuerſt deutlich und genau die Arbeiten des Bergbaues und der chymiſchen Bereitung der Erze beſchrieben, welche bis dahin in einem ſtillen, aber ununterbrochenen, Fortgange getrieben und ſchon zu einer ziemlichen Vollkommenheit gebracht worden waren. Der Geſchmack an den nützlichen Wiſſenſchaften erweckte nach und nach Mehrere, welche die bisher in den Händen gemeiner Arbeiter und Handwerker verborgen gelegnen techniſchen Handgriffe öffentlich bekannt machten, und weitere Unterſuchungen darüber veranlaßten. Dies iſt der eigentliche Urſprung der ächten neuern Chymie, mit welcher jedoch noch Viele, wie **Libavius**, **Van Helmont**, **Borrichius** u. a. die alten alchymiſtiſchen Thorheiten zu vereinigen ſuchten.

Durch das ganze ſiebzehnte Jahrhundert hindurch hat der Streit zwiſchen Wahrheit und Irrthum in dieſem Fache mit voller Lebhaftigkeit fortgedauert. Auf der einen Seite verbreiteten die Experimentalunterſuchungen der Naturforſcher, die wichtigen Entdeckungen ſo vieler neuen Wahrheiten, der Umſturz eben ſo vieler alten Hypotheſen ꝛc. ein ganz unerwartetes Licht über die Naturlehre und Chymie; auf der andern ſahe man noch oft die beſten Köpfe den alten Ungereimtheiten nachhängen, und die ſogenannte Geſellſchaft der Roſencreuzer, die ſich beſonderer Geheimniſſe rühmte, riß einige der größten Männer zu ihren Thorheiten hin. **Conring** (De hermetica Aegyptiorum et nova Paracelſicorum medicina. Helmſt. 1669.) beſtritt die Alchymie mit Gründlichkeit und Beyfall; da er aber die hiſtoriſchen Zeugniſſe, auf welche ſich die Alchymiſten ſtützen, nicht genug zu entkräften geſucht hatte, ſo fand **Olaus Borrichius** (De Hermetis, Aegyptiorum et Chemicorum, ſapientia. Hafn. 1674.) noch Stof genug zu einer Vertheidigung. Dennoch hat ſich ſeit Conrings Widerlegung das herabgeſunkene Anſehen der Alchymie unter den Gelehrten nie wieder ganz emporheben können; und die großen Erweiterungen, welche die ächte Chymie

ſeit Stahls und Boerhavens Zeiten erhalten hat, haben daſſelbe gänzlich zu Boden geſchlagen.

Es hat inzwiſchen bis auf den heutigen Tag ſowohl Betrüger als Betrogne gegeben, welche die alten Vorurtheile zu erneuern bemüht geweſen ſind; und noch itzt ſchleicht im Dunkeln ein Hang zu vermeynten Geheimniſſen und verborgnen Künſten, welche, ſo ſehr ſie auch von den wahren Gelehrten verachtet werden, dennoch einen großen Theil der Menſchen an ſich ziehen. Beweiſe hievon ſind die Menge unverſtändlicher alchymiſtiſcher Schriften, welche noch jetzt geſammelt, wieder aufgelegt, und mit Begierde gekauft und geleſen werden, die Entſtehung eines eignen alchymiſtiſchen Magazins (Schröters neuſte Samml. für die höhere Naturwiſſenſchaft u. Chemie, Frkf. u. Leipz. ſeit 1775. 8.), und Geſchichten wie die des Price (ſ. Göttingiſches Magazin, 3ten Jahrgangs 3tes Stück), welche mit der ſo geprieſnen Aufklärung unſers Zeitalters in einem ſonderbaren Contraſte ſtehen. Dieſen Thorheiten haben ſchon mehrere einſichtsvolle Chymiker, z. B. Herr Wiegleb (Hiſtoriſch-kritiſche Unterſuchung der Alchemie, oder eingebildeten Goldmacherkunſt. Weimar 1777. 8.) zu ſteuern geſucht, und vielleicht darf man hoffen, in Zukunft durch mehrere Verbreitung der Wahrheit, und Entlarvung des unter der Decke vermeynter Geheimniſſe verborgnen Betrugs, alle dieſe traurigen Ueberbleibſel der Barbarey und des Fanatismus gänzlich ausgetilget zu ſehen.

Alkali, ſ. Laugenſalze.

Alkohol, Alcohol, *Alcool*. Ein Name, den man dem bis auf den höchſten Grad rectificirten Weingeiſte beygelegt hat, ſ. Weingeiſt. Bisweilen giebt man dieſen Namen auch Subſtanzen, welche in ein höchſt zartes faſt unfühlbares Pulver verwandelt worden ſind.

Macquer chym. Wörterbuch.

Amalgama, Amalgama, *Amalgame*. So heißt in der Chymie die Verbindung des Queckſilbers mit den andern metalliſchen Subſtanzen. Das Queckſilber ver-

bindet ſich unter allen Metallen am leichteſten mit dem Golde und Silber, ſehr ſchwer mit dem Kupfer und Spießglaskönige, und mit dem Eiſen und Kobalt gar nicht. Es giebt zween Wege, Amalgamen zu machen, entweder durch bloßes Reiben, oder durch Vermiſchung des geſchmolzenen feſten Metalls mit Queckſilber. In geringer Menge mit den Metallen vermiſcht, macht das Queckſilber dieſelben bloß zerreiblich; in größerer Menge bildet es mit ihnen eine Art von Teig ohne Zähigkeit und Dehnbarkeit, welchem man eigentlich den Namen eines Amalgama beyleget.

Man gebraucht die Amalgimirungen des Goldes und Silbers, um dieſe Metalle aus den erdichten und ſteinichten Materien, denen ſie beygemiſcht ſind, zu ziehen, ingleichen zu gewiſſen Arten der Vergoldungen und Verſilberungen, wobey das äußerſt flüchtige Queckſilber durchs Feuer weggetrieben wird, und das Gold oder Silber auf der mit dem Amalgama beſtrichenen Fläche zurückläßt. Das Amalgama des Zinns mit Queckſilber, oder die vom Queckſilber zerfreßne Spiegelfolie, dient zur Belegung der Spiegel. Die in gewiſſen Proportionen gemachten Amalgamen gewiſſer Metalle ſchießen in Kryſtallen an, wovon Bergmann (phyſikaliſche Beſchreibung der Erdkugel, nach Röhls Ueberſetz. Greifswald 1780. gr. 8. II. Th. S. 281.) nähere Nachricht giebt, um zu beweiſen, daß man von kryſtalliſchen Anſchießungen nicht ſicher auf die Gegenwart eines Salzes ſchließen könne.

Macquer chym. Wörterbuch.

Amalgama, elektriſches, Amalgama electricum, *Amalgame électrique*. Ein Amalgama, deſſen ſich die Phyſiker bedienen, um das Reibzeug der Elektriſirmaſchinen, oder auch das zu reibende Glas ſelbſt, zu beſtreichen, und dadurch die Erregung der Elektricität zu befördern.

Die gewöhnliche Art, dieſes Amalgama zu verfertigen, iſt dieſe, daß man zerſchnittne Stanniolblättchen mit Queckſilber in einem eiſernen Mörſel reibt, bis der

Teig ſo dick als möglich wird. Die Meiſten thaten ſonſt noch geſchabte Kreide hinzu, bis aus allem ein graues Pulver entſtand; die Kreide ſcheint aber mehr nachtheilig zu ſeyn, weil ſie die Feuchtigkeit der Luft an ſich ziehet. Die Kiſſen werden anfänglich bis auf einen Zoll weit vom Rande ganz leicht mit einem Unſchlittlichte, und dann das eine mit einer dünnen Lage Amalgama überſtrichen; man reibt nun beyde Kiſſen ſtark an einander, um das Amalgama in beyde ſoviel möglich einzureiben. Sollen ſie von neuem überſtrichen werden, ſo muß man vorher mit einem leinenen Tuche alle Unreinigkeit ſorgfältig abwiſchen.

Noch beſſer wird das Amalgama, wenn man das Zinn ſchmelzet, und die gehörige Doſe Queckſilber hinzugießt.

Higgins hat (Philoſ. Transact. for 1778. Vol. XVIII. P. II. no. 38.) das Amalgama von vier Theilen Queckſilber und einem Theile Zink als das wirkſamſte angegeben.

Nach **Adams** (Eſſay on Electricity. Lond. 1784. 8. p. 27.) ſchätzt man jetzt in England vornehmlich zwo Arten von Amalgama. Die eine beſteht aus fünf Theilen Queckſilber und einem Theile Zink, mit ein wenig gelbem Wachs zuſammengeſchmolzen: die andere iſt das gewöhnliche in den Kaufläden zu habende Maler - oder **Muſivgold** (aurum muſivum). Man trägt es nach Adams Vorſchriften, denen auch Hr. **Lichtenberg** (neuſte Ausg. von Erxl. Anfangsgr. der Naturl. §. 501.) beyſtimmet, vermittelſt ein wenig Schweinen-Schmalz auf ein Leder, und reibt damit das **Glas** der Elektriſirmaſchine gut durch; auf das Kiſſen wird **gar nichts** geſtrichen. Herr Lichtenberg verſichert, faſt nie eine ſtärkere Elektricität, als auf dieſe Weiſe erhalten zu haben. Man ſ. die Artikel: **Elektriſirmaſchine** und **Reibzeug**, elektriſches.

Amphiſcii, ſ. **Zweyſchattichte.**

Anakamptik, ſ. **Katoptrik.**

Anaklaſtik, ſ. **Dioptrik.**

Anaklaſtiſche Linien, Curvae anaclaſticae, *Courbes anaclaſtiques.* So nennt Herr v. **Mairan** (ſur

les courbes anaclaſtiques, Mém. de l'Academ. roy. des Sc. ann. 1740.) die Krümmungen, welche gerade Linien oder ebne Flächen anzunehmen ſcheinen, wenn ſie durch gebrochne Stralen geſehen werden, wenn z. B. der Boden eines mit Waſſer gefüllten Gefäßes von einem Auge in der Luft, oder die Decke des Zimmers von einem im Waſſer ſtehenden oder durch ein Glas ſehenden Auge betrachtet wird.

Anaklaſtiſches Werkzeug, Inſtrumentum anaclaſticum, *Inſtrument anaclaſtique*. Ein Werkzeug, womit man die Größe der Stralenbrechung in verſchiedenen durchſichtigen Mitteln, und bey verſchiedenen Einfallswinkeln, meſſen kan..

Die alten Optiker (man ſ. *Kircher* Ars magna lucis et umbrae, Romae 1686. p. 631. und Prieſtley Geſchichte der Optik, durch Klügel, S. 86.) bedienten ſich hiezu einer Halbkugel mit einem auf ihrem Rande ſtehenden Quadranten, und einer um deſſen Mittelpunkt beweglichen Regel. Man füllte die Halbkugel mit der durchſichtigen flüßigen Materie an, neigete die Regel unter einen gewiſſen Einfallswinkel, und bemerkte die Stelle, wo ſie wegen der Brechung den untern Theil der Kugel zu berühren ſchien.

Kepler (Dioptr. Aug. Vind. 1611. 4. L. I. c. 3.) beſchreibt ein anderes Inſtrument, welches Wolf aus ihm anführt, durch den es in die Experimentalgeräthſchaft der neuern Phyſiker gekommen iſt. Ein gläſerner Würfel HCBEGF (Taf. I. Fig. 13.) wird in den Winkel zweyer rechtwinklicht zuſammengeſetzten Breter ABIN und INOP geſetzt, von welchen das eine ABIN um das Stück CAHN vor dem Würfel vorraget, übrigens aber mit ihm eine gleiche Höhe hat. Setzt man dieſes Inſtrument horizontal gegen die Sonne, ſo wird der Schatten des Bretes ABIN außer dem Würfel bis ML, innerhalb deſſelben aber nur bis KQ reichen. Man kan alsdann die Linien HL und HK meſſen, und aus ihnen nebſt HC, durch trigonometriſche Auflöſung der Dreyecke HCL und HCK, die Winkel

H C L und H C K beſtimmen, deren erſter dem Einfalls⸗winkel S C R gleich, der andere der Brechungswinkel iſt. So laſſen ſich, wenn man den Verſuch unter verſchiedenen Sonnenhöhen anſtellet, Tafeln verfertigen, welche angeben, was für ein Brechungswinkel jedem Einfalls⸗winkel zugehöre.

Vermittelſt dieſes Werkzeugs fand **Kepler**, daß ſich bey der Brechung aus Luft in Glas, der Einfallswinkel S C R, wenn er nicht über 30° betrage, zum Brechungswinkel KCH, wie 3 zu 2, verhalte; ein Geſetz, welches von der Wahrheit wenig abweicht, und alſo für Linſengläſer zu Fernröhren, deren Krümmung, vom Mittel an bis an den Rand gerechnet, ſelten 20° beträgt, ohne Fehler brauchbar war; daher Kepler die Abſtände der Vereinigungspunkte daraus ſchon ſehr richtig hergeleitet hat. ſ. die Art. **Brechung der Lichtſtralen, Linſengläſer.**

Will man eine andere durchſichtige flüßige Materie anſtatt des Glaſes unterſuchen, ſo kan man einen hohlen, mit dieſer Materie angefüllten, Würfel anſtatt des gläſernen gebrauchen.

Von neuern Werkzeugen und Veranſtaltungen zu Meſſung der Stralenbrechung ſ. **Prieſtley** Geſchichte der Optik, durch **Klügel**, S. 241. f. ingl. S. 363. f. und weiter unten den Art. **Brechung der Lichtſtralen.**

Analyſe, Zerlegung, Zerſetzung.

Anamorphoſe, Anamorphoſis, *Anamorphoſe.* Verzeichnung einer Figur, welche, auf eine vorgeſchriebene Art betrachtet, etwas ganz anders darſtellet, als ſie dem bloßen Auge in der gewöhnlichen Stellung darzuſtellen ſcheint.

Man kan die Anamorphoſen in optiſche, katoptriſche und dioptriſche abtheilen.

Die **optiſchen** Anamorphoſen werden, um das verlangte Bild darzuſtellen, mit dem bloßen Auge, nur aus einem angewieſenen ſonſt ungewöhnlichen Geſichtspunkte, betrachtet. Kann man z. B. (Taf. I. Fig. 14.) das in O

geſtellte Auge ſo täuſchen, daß es von den wahren Entfernungen der Punkte A, B, C, D, E, keine Eindrücke erhält, und daß daher die liegende Linie A B C D E eben ſo, wie eine ſtehende A b c d e, von dem Zuſchauer empfunden wird, ſo darf man nur die gleichen Theile eines regelmäßig gezeichneten Bildes Ab, bc, cd, de durch eine proportionirte Zeichnung in die ungleichen Theile AB, BC, CD, DE, ausdehnen. Wird nun die ſolchergeſtalt verzerrte Figur AE auf ein Bret gelegt, auf welchem ein anderes Bret PQ ſenkrecht ſteht, und vom Auge durch die Oeffnung O betrachtet, ſo verliert der Zuſchauer die Gegenſtände aus dem Auge, die ihm einen Maaßſtab der Entfernungen OE, OD, OC, ꝛc. geben können. Es wirkt das verzerrte Bild AE jetzt nicht anders auf ſein Auge, als das regelmäßige, in Ae aufgeſtellt, darauf wirken würde. Seine Einbildungskraft ſelbſt wird geſchäftig, ſich eher ein regelmäßiges, als ein verzerrtes Bild darzuſtellen; er glaubt alſo eine in Ae aufgeſtellte richtige Zeichnung zu ſehen. So hat man verzerrte Figuren, in welchen z. B. Kopf und Schultern durch ED ausgedehnt und ungeheuer groß, die übrigen Theile des Körpers von D bis A ſehr klein ſind, die ſich aber, aus O betrachtet, ganz richtig darſtellen. Nach Briſſon (Dictionnaire raiſonné de phyſique; Art. *Anamorphoſe*) ſind an der Wand einer Gallerie im Minimenkloſter an der Place royale in Paris verſchiedene Bilder gemahlt, welche, aus einem gewiſſen Geſichtspunkte von der Seite her betrachtet, ſehr deutlich eine reuige Magdalene darſtellen.

Hieher gehören auch die Bilder, welche in Streifen zerſchnitten und Streifenweis auf die Seitenflächen mehrerer neben einander ſtehenden dreyſeitigen Prismen aufgeklebt werden, da man denn ein anderes Bild ſieht, je nachdem man dieſe Prismen von der rechten oder linken Seite her betrachtet. Von dieſen Bildern, die man oft in Kunſtkabinetten antrift, handeln **Schwenter** (Mathematiſche Erquickſtunden, Nürnb. 1651. 4. Th. I. S. 271.) und **Wolf** (Elementa Optices. Probl. 28.).

Staatliche Bibliothek Bamberg

Die katoptriſchen Anamorphoſen müſſen, wenn das gehörige Bild erſcheinen ſoll, in coniſchen cylindriſchen oder pyramidenförmigen Spiegeln betrachtet werden. Man ſieht leicht aus Taf. I. Fig. 15, daß der coniſche Spiegel PQR dem in O geſtellten Auge den Punkt A in a, B in b darſtellt, und alſo dem Bilde auf der umliegenden Fläche, wovon AB ein Theil iſt, ganz andere Lagen und Verhältniſſe ſeiner Theile, d. h. eine ganz andere Geſtalt giebt. Auf eine ähnliche Art verändern auch cylindriſche und pyramidenförmige Spiegel die Geſtalten der um ſie her liegenden Bilder. Es kömmt alſo darauf an, ein verzerrtes Bild zu verzeichnen, das in einem Spiegel von gegebner Art, Größe und Stellung dem Auge aus einem gegebnen Geſichtspunkte regelmäßig erſcheine. Von der Verzeichnung ſolcher Bilder hat Simon Stevin zuerſt geſchrieben. Auch handeln davon Caſp. Schott (Magia univerſalis. Herbip. 1657. 4.) unter dem Titel: Magia anamorphotica) und Wolf (Elem. Catoptr. Probl. 25—27). Jakob Leupold, ein ehemaliger Leipziger Mechaniker (Anamorphoſis mechanica nova. Lipſ. 1714. 4.), erfand ein eignes Inſtrument, durch deſſen Hülfe man jedes vorgezeichnete Bild, auf eine bloß mechaniſche Weiſe, durch eine Art von Storchſchnabel ſo verſtellen kan, daß es in einem gegebnen coniſchen oder cylindriſchen Spiegel ordentlich erſcheint. Die Beſchreibung dieſes Inſtruments findet ſich auch im Saverien (Dictionnaire univerſel de Mathematique et de Phyſique; art. *Anamorphoſe*).

Die dioptriſchen Anamorphoſen werden durch ein Polyeder, oder vieleckicht geſchliffenes Glas betrachtet, ſ. Polyeder. Wer eine Tafel durch ein ſolches Glas betrachtet, ſieht durch die Flächen des Glaſes nur gewiſſe Theile der Tafel, welche an einander zu ſtehen ſcheinen, ob ſie gleich auf der Tafel ſelbſt weit aus einander und an verſchiedenen Orten liegen. Man ſucht alſo hier verſchiedene Theile eines gewiſſen Gemäldes an diejenigen Stellen der Tafel zu bringen, welche dem durch das Polyeder ſehenden Auge neben einander liegend erſcheinen. Auf der

Tafel ſelbſt wird ein anderes Gemälde entworfen, in welches die zerſtreuten Stücken des vorigen, ſo geſchickt als möglich, mit verwebt werden müſſen. So hat man dergleichen Anamorphoſen, auf welchen verſchiedene Köpfe vorgeſtellt ſind, die durch ein Polyeder in beſtimmter Stellung betrachtet, einen einzigen Kopf zeigen, den man mit bloßem Auge gar nicht auf dem Gemälde findet. Anweiſung hiezu geben **Wolf** (Elem. Dioptr. Probl. 25.) und **Leutmann** (Anm. vom Glasſchleifen, Wittenb. 1719. 8.).

Anamorphotiſche Maſchine, Machina anamorphotica, *Machine anamorphotique.* So heißt das von **Leupold** erfundene Werkzeug zur Verzeichnung der katoptriſchen Anamorphoſen, ſ. den vorhergehenden Artikel. Eigentlich ſollte es wohl anamorphotiſches Inſtrument, nicht Maſchine, heißen.

Anelektriſche **Körper,** ſ. **Leiter der Elektricität.**

Anemometer, ſ. **Windmeſſer.**

Anemoſkop, Anemoſcopium, *Anémoſcope.* Ein Werkzeug, deſſen man ſich bedient, die Richtung des Windes zu bemerken. Das einfachſte und gewöhnlichſte Anemoſkop iſt die gemeine **Wetterfahne** (*girouette*) auf den Thürmen und Häuſern. Gleiche Dienſte thun die Flaggen an den Maſten der Schiffe.

Um die Richtung des Windes im Zimmer, und genauer, als durch den bloßen Anblick der Wetterfahne zu beobachten, kan man die Fahne, die ſich ſonſt um eine unbewegliche Spindel dreht, an einer beweglichen Spindel feſt machen, welche mit der Fahne zugleich umgedrehet wird. Dieſe Spindel kan durch das Dach bis an die Decke des Zimmers laufen, in welchem man die Beobachtungen machen will, und unten mit einem Getriebe verſehen werden, welches in ein bezahntes Rad greift, deſſen Axe bis ins Zimmer geht, und mittelſt eines daran geſteckten Zeigers auf einer an der Decke bezeichneten Windroſe den Wind bezeichnet. Soll die Windroſe nicht an der Decke, ſondern vertikal an der Wand des Zimmers ſtehen, ſo läßt

man das Getrieb der Spindel in ein vertikal ſtehendes Kronrad greifen, deſſen Axe horizontal durch die Wand geführt wird, und den Zeiger trägt. Hat das Getrieb eben ſo viel Zähne als das Rad, ſo macht eine Umdrehung der Fahne auch eine Umdrehung des Zeigers aus, und indem ſich die Fahne gegen verſchiedene Punkte des Horizonts wendet, kehrt ſich auch der Zeiger gegen die gleichnamigen Punkte der Windroſe. Wenn alſo nur der Zeiger einmal richtig geſtellt iſt, und die Fahne beweglich gnug erhalten wird, ſo zeigt dieſes Anemoſkop die Richtung des Windes mit großer Bequemlichkeit. So beſchreibt dieſes Werkzeug Ozanam (Recreations mathematiques, To. II.); Kircher ſetzt noch eine kleine Statue hinzu, die durch einen verborgnen Magnet vom Zeiger herumgeführt wird, und die Richtung des Windes mit einem Stäbchen weiſet. Leupold (Theatr. Aeroſtat. ſ. Theatr. Static. univerſ. P. III. Cap. X.) hat unter dem Namen der Plagoſkope noch mehrere Abänderungen dieſes Inſtruments beſchrieben, worunter die merkwürdigſte eine kleine portative Windfahne, auf einen Compaß geſetzt iſt, die man überall aufſtellen kan, um die Abweichung des Windes von der Richtung der Magnetnadel zu bemerken.

Einige Schriftſteller, z. B. Briſſon (Dictionnaire de Phyſ.), nennen dieſes Inſtrument ein Anemometer. Es kömmt aber dieſer Name vielmehr andern Werkzeugen zu, welche die Stärke und Geſchwindigkeit des Windes meſſen, und von denen man den Artikel: Windmeſſer, nachſehen kan.

Auch iſt der Name Anemoſkop ſehr uneigentlich andern Werkzeugen beygelegt worden. Otto von Guericke (Experimenta nova de vacuo ſpatio, L. III. cap. 20.) beſchreibt unter dem Namen Semper Vivum eine gläſerne oben verſchloßne und in einen Liquor eingeſenkte Röhre, in welcher der Druck der Atmoſphäre den Liquor bald höher bald niedriger erhält. Auf der Oberfläche des Liquors ſchwimmt eine Figur, welche mit dem Finger Grade des Steigens oder Fallens auf einer Scale angiebt, ſ. Taf. I. Fig. 16. Eigentlich iſt dieſes Inſtrument ein höchſt un=

vollkommnes Barometer. Man kannte es ſonſt unter dem Namen des Guerickiſchen Wettermännchens oder Perpetui mobilis; und weil ſich Guericke über die Einrichtung und Verfertigung deſſelben nicht deutlich erklärt hatte, ſo hat es viel Aufſehen gemacht. **Comiers** (l'Homme artificiel anemoſcope, im Mercure de France 1683.) hat darüber geſchrieben, und ihm den Namen Anemoſkop deswegen gegeben, weil Guericke im Jahre 1660 aus dem ſtarken Fallen des Männchens einen großen Sturmwind vorhergeſagt hatte.

Stone (nach **Briſſon** Dict. de Phyſ.) verſteht unter Anemoſkop nichts anders, als das Hygroſkop oder Hygrometer.

Anhängen, Anhängung, ſ. Adhäſion.

Anomalie, Anomalia, *Anomalie.* Dieſer aus der griechiſchen Sprache entlehnte, und im eigentlichen Verſtande eine Ungleichheit oder Abweichung von der Regel bezeichnende Name wird in der Sternkunde dem Winkel beygelegt, welchen ein Planet bey ſeinem Umlaufe um die Sonne, von der Sonnenferne aus, zurückgelegt hat, oder, von der Sonne aus betrachtet, zurückgelegt zu haben ſcheint. Die ungleiche Geſchwindigkeit der Planeten in ihren Bahnen, vermöge welcher ſie in gleichlangen Zeiten bald geringere bald größere Winkel durchlaufen, hat zu dieſer Benennung Anlaß gegeben.

Keplers wichtige Entdeckung, daß die Laufbahnen der Planeten Ellipſen ſind, in deren Brennpunkte ſich die Sonne befindet, und daß die elliptiſchen Räume, welche die von der Sonne nach dem Planeten gezogne Linie (radius vector) beſchreibet, ſich wie die Zeiträume verhalten, in denen ſie beſchrieben worden ſind, veranlaſſete dieſen großen Sternkundigen zu Erfindung einer Theorie, welche noch jetzt unter dem Namen der **kepleriſchen Theorie des Planetenlaufs**, oder der **elliptiſchen Theorie** gebraucht wird, und bey der Berechnung der aſtronomiſchen Tafeln zum Grunde gelegt werden muß. Dieſe Theorie beſchäftiget ſich nun vornehmlich mit der Berech-

nung der Anomalien, deren man drey, die wahre, mittlere und eccentriſche Anomalie, unterſcheidet.

Es ſey Tafel I. Figur 17. die Ellipſe AMP die Bahn eines Planeten, AP ihre große Axe, der Brennpunkt S der Ort der Sonne, A die Sonnenferne, P die Sonnennähe des Planeten; ſo heißt der Winkel ASM, um welchen ſich der Planet von der Sonnenferne A an fortbeweget hat, die wahre Anomalie, und M der wahre Ort deſſelben.

Durchliefe der Planet ſeine ganze Bahn mit einer gleichförmigen Winkelgeſchwindigkeit, d. h. ſo, daß er in gleichen Zeiten immer gleiche Winkel um die Sonne S zurücklegte, ſo würde er in der Zeit, in welcher er nur bis M gegangen iſt, vielleicht ſchon bis m vorgerückt ſeyn. Er würde den Winkel ASm zurückgelegt haben. Dieſer Winkel heißt ſeine mittlere Anomalie, und der ihm zukommende Ort m, des Planeten mittlerer Ort.

Wenn des Planeten Umlaufszeit um die Sonne bekannt iſt, ſo läßt ſich für jede ſeit ſeinem Durchgange durch die Sonnenferne verſtrichene Zeit dieſe mittlere Anomalie durch die bloße Regel de Tri finden. Es verhält ſich nemlich die ganze Umlaufszeit zu der gegebnen Zeit, wie 360° zu ASM. Wäre z. B. die Umlaufszeit 360 Tage, ſo würde 30 Tage nach der Sonnenferne die mittlere Anomalie 30°, 60 Tage darnach 60° u. ſ. w. ſeyn. Da auch nach Keplers Regel der elliptiſche Flächenraum ASM, welchen der Radius Vector SM bey der wahren Bewegung des Planeten von A nach M durchlaufen hat, der gegebnen Zeit proportional iſt, alſo

Umlaufszeit; Zeit durch AM = Fläche der Ellipſe : Fläche ASM,

ſo ſtellt die Fläche ASM die mittlere Anomalie dar, wenn die ganze Fläche der Ellipſe 360 Graden gleich geſetzt wird.

Da nun die mittlere Anomalie und die Fläche ASM für jede von der Sonnenferne an gerechnete Zeit ſo leicht zu finden ſind, ſo kömmt es nur noch darauf an, aus dieſer mittlern Anomalie und den gegebnen Abmeſſungen der

Planetenbahn die wahre Anomalie zu beſtimmen, oder aus der Größe der Fläche ASM den Winkel ASM zu finden. Dieſe Aufgabe heißt das kepleriſche Problem; dagegen die Aufgabe, aus einer gegebnen wahren Anomalie die zugehörige mittlere (aus dem Winkel ASM die Fläche ASM) zu finden, den Namen des umgekehrten kepleriſchen Problems führet. Kepler ſelbſt fand es bey dem damaligen Zuſtande der Geometrie unmöglich, die Aufgabe ſelbſt methodiſch aufzulöſen, inzwiſchen gab er eine indirecte Auflöſung an, bey welcher noch eine dritte Anomalie zu Hülfe genommen wird. Wenn man aus dem Mittelpunkte der Ellipſe C mit dem Halbmeſſer CA den eccentriſchen Kreis ANP beſchreibt, und das aus dem wahren Orte des Planeten M auf die Axe AP gefällte Perpendikel ML bis an dieſen Kreis in N verlängert; ſo heißt der Winkel ACN, der durch den Bogen AN gemeſſen wird, des Planeten eccentriſche Anomalie.

Durch dieſes Mittel, deſſen umſtändlichere Auseinanderſetzung für unſere Abſicht zu weitläuftig wäre, gelang es Keplern, nach den damals bekannten Abmeſſungen oder Elementen der Planetenbahnen Tafeln zu verfertigen, in welchen man für die gefundenen mittlern Anomalien jedes Planeten die zu ihnen gehörigen wahren Anomalien durch Aufſchlagen finden konnte (I. Kepleri tabulae Rudolphinae. Vlm. 1627. fol.), deren Anſehen ſich durch das ganze vorige Jahrhundert erhalten hat, bis die anſehnlichen Verbeſſerungen und Erweiterungen der Sternkunde freylich vollkommnere Tafeln nothwendig machten, die ſich inzwiſchen noch immer auf keine andere Theorie, als auf die kepleriſche, gründen.

Kepler hatte den Geometern künftiger Zeiten die methodiſche Auflöſung ſeines Problems ſehr angelegentlich empfohlen; auch haben ſich nach ihm die größten Mathematiker damit beſchäftiget. Die Infiniteſimalrechnung hat zu dieſer Auflöſung verſchiedene Wege eröfnet, die aber noch nicht ſo leicht und bequem, als man wohl wünſchen möchte, zur wirklichen Berechnung führen. Keil, (Introductio ad veram aſtronomiam, Lugd. Bat. 1725.

4.) Hermann, (De problemate Kepler. in Comm. Ac. Petropol. To. I.) Euler (Theoria motuum planetarum et comet. Berol. 1744. 4.) geben dergleichen Auflöſungen. Die Euleriſche hat auch Herr Käſtner (Analyſis des Unendl. S. 582. u. f.) mitgetheilt. Das umgekehrte kepleriſche Problem läßt ſich leichter, vermittelſt folgender beyden Sätze auflöſen, wo m, e, v, mittlere, eccentriſche, wahre Anomalie bedeuten.

I. $\sqrt{SP} : \sqrt{SA} = \text{tang.}\,\frac{1}{2}v : \text{tang.}\,\frac{1}{2}e$

II. $e + CS \times \text{ſin.}\,e = m.$

Noch iſt zu bemerken, daß der Unterſchied zwiſchen wahrer und mittlerer Anomalie **Gleichung der Bahn** (Aequatio orbitae), und daher die wahre Anomalie auch die coäquirte genannt wird. In der erſten Helfte der Bahn AMP bleibt die wahre Anomalie hinter der mittlern zurück; in der zweyten Helfte hingegen kömmt die wahre der mittlern vor; daher die Gleichung in jenem Falle von der mittlern Anomalie abgezogen, in dieſem hinzugeſetzt werden muß, wenn man die wahre Anomalie finden will.

De la Lande aſtronom. Handb. §. 482. u. f. Käſtners Anfangsgr. der angew. Mathem. Aſtron. 235. u. f.

Antarktiſcher Pol, ſ. Pole.

Antimonium, ſ. Spießglas.

Antipoden, ſ. Gegenfüßler.

Antiſcii, ſ. Gegenſchattichte.

Antoeci, ſ. Gegenwohner.

Anziehung, ſ. Attraction.

Apertur, Oefnung, Apertura, *Ouverture*. Die kreisrunde Fläche, welche man in der Mitte der Blendungen der Gläſer oder Spiegel der Fernröhre offen läßt, damit die darauf fallenden Lichtſtralen wirklich durchgehen können.

Die Abweichungen wegen der Kugelgeſtalt der Gläſer und wegen der verſchiedenen Brechbarkeit der Lichtſtralen (ſ. Abweichung, dioptriſche) verurſachen, daß nur diejenigen Stralen, welche nahe an der Axe, d. i. um die Mitte eines Glaſes einfallen, in den gehörigen

Vereinigungspunkt kommen; es iſt alſo nöthig, die wei⸗ter von der Axe ab und gegen den Rand zu einfallenden Stralen, welche die Deutlichkeit des Bildes ſtören wür⸗den, durch eine über das Glas gelegte Bedeckung oder Blendung abzuhalten, ſ. Blendung. Dieſe Blendung läßt dnrch die in ihr befindliche runde Oefnung nur die Stralen um die Mitte des Glaſes durchfallen, und es iſt die Frage, wie groß dieſe Apertur ſeyn dürfe, wenn das Bild die gehörige Deutlichkeit behalten ſoll.

Man ſieht leicht, daß deſto mehr Undeutlichkeit vermieden werde, je kleiner die Apertur iſt; daß hingegen eine größere Apertur des Objectivglaſes dem Bilde mehr Helligkeit gebe, weil ſie aus jedem Punkte des betrach⸗teten Gegenſtandes mehr Lichtſtralen einfallen läßt, welche auf der Netzhaut des Auges vereiniget, einen lebhaftern Eindruck machen; daher das Auge jeden Punkt des Ge⸗genſtandes ſtärker empfindet, d. h. ein lebhafteres und hel⸗leres Bild ſiehet, als bey einer geringern Oefnung. Es iſt daher ein großer Vorzug der dioptriſchen Werkzeuge, wenn ſie eine weite Oefnung vertragen, d. i. wenn man auch die in einiger Entfernung von der Axe einfallenden Stralen durchlaſſen darf, ohne daß dadurch die Abwei⸗chungen zu ſehr vergrößert, und die Bilder undeutlich werden.

Vor der Erfindung der achromatiſchen Fernröhre richtete man ſich in Abſicht auf die Beſtimmung der Aper⸗turen nach Huygens Theorie, welche in ſeiner Dioptrik (in Opuſculis poſthumis. Lugd. Bat. 1703. 4.) enthalten und im Smith (Lehrbegrif der Optik, nach Käſtners Ausgabe, S. 184 ff.) analytiſch ausgeführt iſt. Huy⸗gens ſetzt dabey die Abweichung wegen der Kugelgeſtalt beyſeit, und betrachtet nur die ohnehin weit größere wegen der Farbenzerſtreuung oder verſchiedenen Brechbarkeit. Heißt nun die Brennweite des Objectivglaſes F, der Durch⸗meſſer der Apertur deſſelben b, und die Brennweite des Augenglaſes f, ſo verhält ſich die Helligkeit des Bildes wie $\frac{b^2f^2}{F^2}$, die von der Farbenzerſtreuung herrührende Un⸗

deutlichkeit aber, wie $\frac{b^2}{f^2}$. Sollen alſo zwey Fernröhre eine gleiche Helligkeit und gleiche Undeutlichkeit (oder was hier gleich viel iſt, einerley Deutlichkeit) geben, ſo müſſen die Ausdrücke $\frac{b^2f^2}{F^2}$ und $\frac{b^2}{f^2}$, mithin auch ihre Quadratwurzeln $\frac{bf}{F}$ und $\frac{b}{f}$, in dem einen eben ſo groß, als in dem andern, ſeyn, oder die Verhältniſſe $bf : F$ und $b : f$ müſſen für gleich gute Fernröhre immer dieſelben bleiben. Hieraus folgt nun auch, daß das aus beyden zuſammengeſetzte Verhältniß $bbf : fF$ oder $b^2 : F$ in allen gleichguten Fernröhren immer ebendaſſelbe bleiben müſſe. Dies heißt mit andern Worten: Die Quadratzahl des Durchmeſſers der Apertur muß ſich, wie die Brennweite des Objectivglaſes, oder der Durchmeſſer der Apertur muß ſich, wie die Quadratwurzel aus der Brennweite des Objectivglaſes, verhalten. Auch muß $b : f$ immer einerley bleiben, oder der Durchmeſſer der Apertur muß ſich, wie die Brennweite des Augenglaſes, verhalten.

Nun fand Huygens durch die Erfahrung ein Fernrohr gut, an welchem, in rheinländiſchen Zollen ausgedrückt, $F = 360$; $f = 3{,}3$; $b = 3$ war. Dies gab $\frac{b^2}{F} = \frac{9}{360} = \frac{1}{40}$; $\frac{b}{f} = \frac{3}{3{,}3} = \frac{10}{11}$. Eben ſo groß mußten nun dieſe Ausdrücke auch für andere gute Fernröhre bleiben. Aber aus $\frac{b^2}{F} = \frac{1}{40}$ folgt $b = \sqrt{\frac{1}{40}F}$; und aus $\frac{b}{f} = \frac{10}{11}$ hat man $f = \frac{11}{10}b$. Dies giebt folgende Regel: Die in rheinländiſchen Zollen ausgedrückte Brennweite des Objectivglaſes dividire man durch 40, und ziehe aus dem Quotienten die Quadratwurzel, ſo hat man den Durchmeſſer der Apertur; zu dieſem addire man noch ſeinen zehnten Theil, ſo erhält man die Brennweite des zugehörigen

Augenglaſes, alles in rheinl. Zollen. Der Quotient beyder Brennweiten giebt die Vergrößerung.

Es ſey z. B. des Objectivglaſes Brennweite 13 Schuh 4 Zoll = 160 Zoll, ſo giebt ſie, durch 40 dividirt, den Quotienten 4, deſſen Quadratwurzel 2 Zoll der Durchmeſſer der Apertur iſt, und um ſeinen zehnten Theil vergrößert, die Brennweite des Augenglaſes $2\frac{2}{10}$ Zoll giebt. Der Quotient der 160 durch $2\frac{2}{10}$ giebt die Vergrößerung $72\frac{8}{11}$ mal.

Huygens berechnete durch dieſe Regel folgende Tabelle für die Verfertigung aſtronomiſcher Fernröhre.

Brennweite des Objectivglaſes	Durchmeſſer der Apertur	Brennweite des Augenglaſes	Vergrößerung
rheinl. Schuhe	Zolle	Zolle	
1	0,55	0,61	20 mal
2	0,77	0,85	28 —
3	0,95	1,05	35 —
4	1,09	1,20	40 —
5	1,23	1,35	44 —
6	1,34	1,47	49 —
7	1,45	1,60	53 —
8	1,55	1,71	56 —
9	1,64	1,80	60 —
10	1,73	1,91	63 —
15	2,12	2,27	79 —
20	2,45	2,58	93 —
25	2,74	2,84	104 —
30	3,0	3,19	113 —
40	3,46	3,75	128 —
50	3,87	4,26	141 —
60	4,24	4,66	154 —
70	4,58	5,04	166 —
80	4,90	5,39	178 —
90	5,05	5,55	185 —
100	5,48	6,30	190 —

Auzout, ein franzöſiſcher Mathematiker, überreichte der königlichen Societät zu London im Jahre 1665 eine

Tafel der Aperturen für aſtronomiſche Fernröhre (Philoſ. Transact. no. 4. p. 55.), in welcher ſich ebenfalls der Aperturen Durchmeſſer, wie die Quadratwurzeln aus den Brennweiten der Objectivgläſer verhalten. Aber **Auzout** giebt dem Objectivglaſe von 30 pariſer Schuhen eine Oefnung von 3″ 8‴, wenn es vorzüglich gut, von 3″ 2‴, wenn es von etwas geringerer, und von 2″ 7‴, wenn es nur von gemeiner Güte iſt. Man findet die Reſultate ſeiner Tabelle, wenn man die Brennweite des Objectivglaſes mit 27, 36 und 54 dividiret, und aus den Quotienten die Quadratwurzel auszjehet. Die von Auzout berechnete Tafel reicht von 4 Zoll bis 400 Schuh Brennweite.

D. **Hook** (Philoſ. Trans. a. a. O.) bemerkt bey dieſer Gelegenheit ſehr richtig, daß ſelbſt einerley Glas verſchiedene Aperturen erfordere, je nachdem der betrachtete Gegenſtand mehr oder weniger Licht ausſende. So erfordern z. B. Venus und Jupiter eine geringere, Saturn und Mars eine größere Oefnung. Aus dieſer Urſache ſchreibt **Wolf** (Elem. Dioptr. Probl. 37.) vor, Blendungen mit verſchiedenen Aperturen in Vorrath auszuſchneiden, und durch Probiren auszumachen, welche darunter für Gegenſtände bey Tage, für die Sonne, für den Mond, die Venus u. ſ. w. die ſchicklichſte ſey.

Kleine Sternchen, beſonders die Trabanten des Jupiters und Saturns zu beobachten, dienen am beſten große Aperturen mit Augengläſern von großen Brennweiten, weil es hiebey nicht ſowohl auf Vergrößerung, als auf Helligkeit, ankömmt. Allzukleine Oefnungen ſind nie rathſam, weil bey ihnen die Bilder nicht allein matt, ſondern auch undeutlich begrenzt ausfallen.

Für die Spiegelteleſkope, wo die zurückgeworfenen Stralen nicht in Farben zerſtreut werden, hat man bloß die Abweichung wegen der Geſtalt des Spiegels zu betrachten, welche nicht groß iſt, daher dieſe Teleſkope große Oefnungen zulaſſen. Nach Herrn **Käſtners** Berechnung (**Smiths** Lehrbegrif der Optik, S. 190 u. f.) verhält ſich im Spiegelteleſkope, wenn die Brennweite des Hohlſpie-

gels F, des Augenglaſes f, und der Durchmeſſer der Oefnung b heißt, die Undeutlichkeit, wie die Quadratzahl von $\frac{b^3}{F^2f}$, die Helligkeit, wie die Quadratzahl von $\frac{bf}{F}$. Sollen daher beyde Eigenſchafteu immer von derſelben Größe bleiben, ſo müſſen die Ausdrücke $\frac{b^3}{F^2f}$ und $\frac{bf}{F}$. alſo auch ihr Produkt $\frac{b^4}{F^3}$, beſtändig ſeyn.

Nun war in Hadley's Spiegelteleſkop (Philoſ. Trans. No. 376. 378.) $F = 62'', 5$; $f = 0'', 3$; $b = 5''$, mithin $\frac{b^4}{F^3} = \frac{625}{62,5^3} = \frac{10}{62,5^2}$ und $\frac{bf}{F} = 0,024$, woraus nach gehöriger Rechnung $f = 0,06 \sqrt[4]{10 F}$, und $b = 0,024 \frac{F}{f}$ folgt. Hieraus ergiebt ſich folgende Tabelle (Smith S. 194.):

Länge des Teleſkops	Brennweite des Augenglaſes	Oefnung des Spiegels	Vergrößerung
Schuh	Zoll	Zoll	
½	0,167	0,864	36 mal
1	0,199	1,440	60 —
2	0,236	2,448	102 —
3	0,261	3,312	138 —
4	0,281	4,104	171 —
5	0,297	4,848	202 —
6	0,311	5,568	232 —
7	0,323	6,240	260 —
8	0,334	6,888	287 —
9	0,344	7,536	314 —
10	0,353	8,160	340 —
12	0,367	9,360	390 —
15	0,391	11,040	460 —
17	0,403	12,143	506 —

Vergleicht man dieſe Tabelle mit der für die aſtronomiſchen Fernröhre mitgetheilten, ſo findet man, daß zu einer hundertfachen Vergrößerung das aſtronomiſche Fernrohr 24 Schuh lang ſeyn müſſe, da das Spiegelteleſkop dazu nur 2 Schuh lang ſeyn darf. Die Oefnungen aber ſind bey beyden ziemlich gleich, daher auch die Helligkeit einerley ſeyn würde. Alſo leiſtet das Spiegelteleſkop hier bey einer 12mal geringern Länge eben ſo viel, als das gemeine Sternrohr. Könnte man dem Spiegel eine genau paraboliſche Krümmung geben, ſo würde die Abweichung wegen der Geſtalt gänzlich wegfallen, mithin würde gar keine Einſchränkung im Durchmeſſer des Spiegels nöthig ſeyn, und die dadurch ungemein verſtärkte Helligkeit würde einem ſolchen Spiegelteleſkope noch viel größere Vorzüge geben.

Dollond's wichtige Erfindung, ſ. den Artikel: Achromatiſche Fernröhre, ſetzt die Künſtler in Stand, die Abweichung wegen der verſchiedenen Brechbarkeit des Lichts faſt gänzlich zu vermeiden; ſie rühmen ſich ſogar, durch geſchickte Zuſammenſetzung ihrer Objectivgläſer die Abweichung wegen der Kugelgeſtalt großentheils aufheben zu können. Hiedurch fallen nun die Blendungen gänzlich weg, und man läßt in achromatiſchen Fernröhren das Licht durch die ganze Fläche des Objectivglaſes ungehindert einfallen. Dies vermehrt nicht allein die Helligkeit, ſondern ſpricht auch den Künſtler von dem Zwange los, den ihm ſonſt die Theorie des Huygens in Rückſicht auf die Vergrößerung auflegte. Denn da ſich ſonſt die Vergrößerung wie die Quadratwurzel aus der Länge des Fernrohrs verhalten mußte, ſo kan man jetzt, vorausgeſetzt, daß alle Abweichungen vermieden ſind, jede beliebige Vergrößerung ohne Schaden der Deutlichkeit wagen. So vergrößerte Meſſier's achromatiſches Fernrohr (Mém. de l'Acad. roy. des Sc. a. 1775. p. 213.) 120mal, ob es gleich nur 40 Zoll lang war, und an einer andern Stelle wird eben dieſem Fernrohre, vermuthlich mit einem andern Augenglaſe verſehen, eine 150fache Vergrößerung zugeſchrieben, wozu nach der Theorie des Huy-

gens ſonſt ein 60 Schuh langes Rohr nöthig geweſen wäre.

Aphelium, ſ. Sonnenferne.

Apogäum, ſ. Erdferne.

Apſiden, Apſides, Auges, *Apſides ou Abſides.* Die beyden Punkte einer Planetenbahn, in deren einem der Planet von der Sonne am weitſten entfernt, im andern derſelben am nächſten iſt. Taf. I. Fig. 17. ſind es die beyden Punkte A und P. In A iſt der Planet von der Sonne S am weitſten entfernt, in P derſelben am nächſten. ſ. die Artikel: Sonnenferne, Sonnennähe.

Dieſer Name kömmt ſchon bey den griechiſchen Schriftſtellern vor. Er bedeutet eigentlich Umfang eines Rads, auch Krümmung eines Gewölbes, und iſt dann den Hauptpunkten der krummlinichten Bahnen der Geſtirne beygelegt worden. Plinius (Hiſt. nat. II. 15.) ſagt: Prima circulorum (ſc. puncta), quos Graeci abſidas in ſtellis vocant. Der Name Auges kömmt von den Arabern her.

Apſidenlinie, große Axe der Planetenbahn, Linea apſidum, axis orbitae, *Ligne des apſides, le grand axe de l'orbite.* Die gerade Linie AP (Taf. I. Fig. 17.) durch beyde Abſiden A und P. ſ. Apſiden. Dieſe Linie iſt die große Axe der elliptiſchen Planetenbahn, und geht alſo durch die Sonne, oder den Brennpunkt S, und durch den Mittelpunkt C.

Die Apſidenlinien oder großen Axen der Planetenbahnen verändern von Zeit zu Zeit ihre Lagen gegen die Fixſterne, und drehen ſich um die Sonne nach der Ordnung der Zeichen, d. i. von innen heraus betrachtet von der Rechten zur Linken fort. Man ſ. von dieſer Bewegung den Artikel: Sonnenferne.

Aquädukt, ſ. Waſſerleitung.

Aräometer, Solwage, Salzſpindel, Solſpindel, Bierwage, Araeometrum, Hygrobaroſcopium, Baryllion, *Arèometre, Peſe-liqueur.* Ein Werkzeug, durch deſſen Einſenkung in flüßige Materien, z. B.

Waſſer, Solen, Biere ꝛc. man die Verhältniſſe der Dichten oder ſpecifiſchen Schweren dieſer Materien beſtimmen kan. Der griechiſche Name Aräometer bedeutet ein Maaß der Dünne.

Die Theorie der Aräometer beruht auf folgenden Gründen. Die Dichten oder ſpecifiſchen Schweren, D und d, zweener Körper, verhalten ſich, wie die Quotienten ihrer Gewichte, P und p, durch ihre körperlichen Räume oder Volumina, V und v (ſ. Dichte und Schwere, ſpecifiſche), oder es iſt $D : d = \frac{P}{V} : \frac{p}{v}$. Ferner taucht ein ſchwimmender feſter Körper ſich in den flüßigen ſo tief ein, bis er ſo viel flüßige Materie, als mit ihm ſelbſt gleich wiegt, aus der Stelle getrieben hat. (ſ. Schwimmen). Senkt man nun einen ſchwimmenden feſten Körper, deſſen Gewicht $= P$ ſeyn mag in zwo verſchiedene flüßige Materien, in deren erſter er ſich um den körperlichen Raum V, in der andern um den Raum v eintaucht, ſo haben dieſe Materien unter den gedachten Räumen beyde das Gewicht P, und es iſt

$$\text{I.)}\quad D : d = \frac{P}{V} : \frac{P}{v} = v : V$$

Senkt man aber den feſten Körper in beyden Materien bis an ein beſtimmtes Merkmal oder beydemal um den Raum V ein, und findet, daß dazu bey der erſten flüßigen Materie ſein Gewicht P, bey der andern p ſeyn müſſe, ſo iſt V der Raum, unter welchem die erſte dieſer Materien das Gewicht P, die andere das Gewicht p hat, daher

$$\text{II.)}\quad D : d = \frac{P}{V} : \frac{p}{V} = P : p.$$

Dieſe Sätze heißen mit andern Worten:

1.) Wenn ein Aräometer von unverändertem Gewichte in zwo flüßige Materien eingeſenkt wird, ſo verhalten ſich die Dichten dieſer Materien umgekehrt, wie die Räume, um welche das Aräometer ſich in dieſelben eingetaucht hat.

II.) Wenn ein Aräometer in zwo flüßige Materien bis zu gleicher Tiefe, oder bis an ein daran befindliches Merkmal, eingeſenkt wird, ſo verhalten ſich die Dichten dieſer Materien, wie die Gewichte, die man in beyden Fällen dem Aräometer hat geben müſſen, um es gleich tief einzuſenken.

Jeder dieſer beyden Sätze giebt eine beſondere Einrichtung des Aräometers. Man ſieht leicht, daß diejenige vorzüglicher iſt, welche ſich auf den zweyten Satz gründet, weil ſich Gewichte leichter und genauer beſtimmen laſſen, als körperliche Räume. Nach dieſer Theorie werden ſich nun die verſchiedenen Einrichtungen des Aräometers überſehen und prüfen laſſen.

Daß bereits im vierten Jahrhunderte nach C. G. etwas dem Aräometer ähnliches unter dem Namen Baryllion bekannt geweſen ſey, erhellet aus dem funfzehnten Briefe des Biſchofs zu Ptolemais, Syneſius von Cyrene, der an ſeine Lehrerin, die berühmte Hypathia in Alexandrien, gerichtet iſt. Fermat (Opera mathematica Fermatii. Toloſae 1679. fol. ſub fin.) hat dieſe Stelle zuerſt richtig erklärt. Ob aber dieſes Baryllion unter die Erfindungen der Hypathia gehöre, iſt ungewiß.

Unter den Deutſchen ſcheint der Gebrauch ſolcher Werkzeuge zu Salzproben ziemlich alt zu ſeyn. Leupold (Theatr. Stat. univ. P. II. cap. 6.) führt an, daß Thölden in ſeiner 1603 herausgekommenen Halographie einer Solſpindel (die aus einem hölzernen Cylinder, unten zugeſpitzt, und mit Bley ausgegoſſen, beſtanden habe), als einer längſt bekannten Sache gedenke.

Die gewöhnlichſte Art der neuern Aräometer iſt diejenige, die ſich auf den erſten der obigen Sätze gründet. Dieſe hat Boyle (Philoſ. Transact. num. 24. p. 447.) beſchrieben, und einige Jahre darauf (Phil. Trans. num. 115. p. 329.) auch als Goldwage zu brauchen gelehrt. Gewöhnlich beſteht ein ſolches Werkzeug (Taf. I. Fig. 18.) aus einer Kugel B von dünnem Glas, an welche an einer Glaslampe ein langer dünner Stiel oder Hals AC und eine kleinere Kugel S angeblaſen wird. In dieſe Kugel S

bringt man etwas Schrot oder Queckſilber, deſſen Gewicht den Schwerpunkt des ganzen Inſtruments tief herabbringt damit es beym Einſenken ins Waſſer aufrechtſtehend erhalten werde, und nicht umſchlage. Die Höhlungen B und S müſſen ſo groß ſeyn, daß durch Einſenkung in Liquoren allezeit mehr Liquor aus der Stelle getrieben wird, als das ganze Inſtrument wiegt, weil es ſonſt nicht ſchwimmen würde. Dieſes Werkzeug nun taucht ſich, dem erſten der obigen Sätze gemäß, in leichtere Liquoren tiefer, in dichtere oder ſchwerere weniger ein; es wird z. B. im Salzwaſſer bis D, im Waſſer bis E, im Weine bis F, im Weingeiſte bis G, einſinken. Eine am Stiele AC angebrachte Theilung zeigt, wie weit es ſich in jeden Liquor ſenke, alſo welcher unter zweenen der ſchwerere und leichtere ſey; obgleich dies allein noch nicht hinreichend iſt, das Verhältniß beyder ſpecifiſchen Schweren in Zahlen anzugeben.

Man hat dieſes ſehr weſentlichen Mangels ohngeachtet das Aräometer dennoch unter der angegebnen Geſtalt lang genug gebraucht, und zu verſchiedenen Abſichten angewendet. Man hat es aus Glas, Holz, Horn, Bernſtein, Kupfer, Meſſing, Silber ꝛc. verfertiget, und dem Stiele AD entweder willkührliche Theile von gleicher Größe, oder auch nur ein einziges aufgemahltes oder eingeſchnittenes Merkmal gegeben, um dadurch anzuzeigen, wie tief ſich das Inſtrument in einen gewiſſen Liquor eintauchen müſſe, wenn er genau die gehörige Güte haben ſolle. Von dieſer Art ſind die von Bernſtein verfertigten Danziger Bierproben, die ein zu leichtes Bier anzeigen, wenn ſie ſich darein tiefer, als bis an das gemachte Merkmal, tauchen. Man hat auch zu andern Abſichten die Größe der Theile durch angeſtellte Verſuche beſtimmt, oder das Aräometer graduirt. Löſet man z. B. zuerſt in 99 Loth Waſſer ein Loth Salz, dann in 98 Loth Waſſer zwey Loth Salz u. ſ. w. auf, ſo erhält man künſtliche Solen, die auf 100 Loth Sole 1, 2 u. ſ. w. Loth Salz enthalten, dergleichen man bey uns einlöthige, zweylöthige ꝛc. Solen zu nennen pflegt. Senkt man das Aräometer in

eine dieſer Solen nach der andern ein, und bemerkt mit Zeichen am Stiele, wie tief es in jeder ſinket, ſo geben dieſe Zeichen eine Theilung, welche zur Prüfung des Salzgehalts natürlicher Solen dienet. Denn wofern man annehmen darf, daß jede natürliche zweylöthige Sole eine gleiche ſpecifiſche Schwere mit der künſtlich bereiteten zweylöthigen u.ſ.w. habe, ſo folgt, daß das Aräometer in beyde gleich tief einſinken müſſe. Unter dieſer Geſtalt bekömmt das Inſtrument den Namen der **Solwage, Gradirwage, Salzprobe, Salzſpindel**, wovon **Leupold** (Theatr. ſtat. univerſ. P. II. c. 6.) verſchiedene Arten beſchreibt. Aber die Schwierigkeit, bey ſo vielerley Verſuchen den Punkt des Einſinkens jederzeit genau zu bemerken und richtig zu bezeichnen, macht, daß man ſich von der Vollkommenheit eines ſolchen Werkzeugs insgemein nicht viel verſprechen kan.

Man ſieht leicht, daß ſich auf eine ähnliche Art auch **Bierproben** zubereiten laſſen. So hat **Faggot** (Abh. der königl. ſchwed. Akad. der Wiſſ. überſ. durch **Käſtner**, für 1763. S. 49.) für das ſchwediſche Bier, ein ſolches Aräometer ins ſtärkſte Bier und in Miſchungen von 3, 2, 1 Theilen Bier mit 1, 2, 3 Theilen Waſſer zu ſenken und die Punkte des Einſinkens zu bemerken, vorgeſchlagen. Und, weil man nicht überall gleich gutes Starkbier finden möchte, räth er an, künſtliche Solen zu verfertigen, welche mit den angegebnen Bierarten (von welchen ein Cubikzoll 563, $558\frac{1}{2}$, 554, 550 Aß wog) gleiche Schwere hätten, und die Bierprobe in dieſen Solen zu graduiren. Vielleicht wäre dieſer Vorſchlag für die Praxis nicht unbrauchbar; es müſte aber für jede Sorte von Bier, deren wir bey uns ſo vielerley haben, eine beſondere Probe verfertiget werden. Die Graduirung durch Solen iſt auch nur dann ſicher, wenn ſtets Salz und Waſſer von gleicher Art, auch unter gleichen Graden der Wärme, gebraucht wird.

Da es ſo mühſam und unſicher iſt, jeden Grad eines Aräometers durch einen beſondern Verſuch zu beſtimmen, ſo haben einige vorgeſchlagen, nur zwey feſte **Punkte**

durch wirkliche Verſuche zu beſtimmen, und den Zwiſchenraum in gleiche Theile zu theilen. Es iſt aber zu bemerken, 1. daß hiebey der Stiel des Aräometers vollkommen cylindriſch seyn müſſe, welches bey gläſernen Röhren nicht ſo leicht zu erhalten iſt; 2. daß auf dieſe Art die Grade der Theilung nicht völlig gleiche Unterſchiede der Dichtigkeiten oder ſpecifiſchen Schweren angeben, mithin noch eine Rechnung nöthig iſt, wenn man die wahren Verhältniſſe der Dichten finden will.

Ein ſolches Aräometer (Tafel I. Figur 19.) ſchlägt Muſſchenbroek (Introd. ad Philoſ. natur. To. II. §. 1384.) vor. Es ſoll ſich im Regenwaſſer, mit Hülfe eines unten angeſchraubten Gewichts, ganz bis ans Ende des Stiels, und in einem Liquor, der unter dem Volumen des Aräometers 40 Gran ſchwerer, als Regenwaſſer, iſt, nur bis an den Anfang des Stiels eintauchen. Nun theilt er den Stiel in 40 gleiche Theile, und meynt, ſo werde ſich beym Einſinken in einen andern Liquor zeigen, wie viel derſelbe ſchwerer ſey, als Regenwaſſer. Für Liquoren, welche leichter, oder über 40 Gran ſchwerer, als Waſſer wären, müſten unten leichtere oder ſchwerere Gewichte angeſchraubt werden. Da ſich Muſſchenbroek nicht ganz deutlich ausdrückt, ſo könnte man dies ſo verſtehen: Wenn das Waſſer unter dem Volumen des Aräometers 100 Gran wiegt, und das Inſtrument in einem ſchwerern Liquor nicht ganz untertaucht, ſondern um 1 Theil des Stiels hervorragt, ſo ſoll dieſer Liquor unter eben dem Volumen 1 Gran mehr wiegen, alſo das Verhältniß der Dichten 100 : 101 ſeyn. Daß dies theoretiſch unrichtig wäre, lehrt folgende Betrachtung: Soll ſich das Aräometer in einem Liquor, von welchem 140 Gran ſo viel Raum einnehmen, als 100 Gran Waſſer, nur bis C (Taf. I. Fig. 19.) eintauchen, ſo muß das Volumen von PC $\frac{100}{140}$, das Volumen des Stiels AC $\frac{40}{140}$, und ein Grad der Theilung $\frac{1}{140}$ des ganzen Volumens PA ausmachen. War alſo im Waſſer alles eingetaucht, und ragt jetzt in einem Liquor $\frac{1}{140}$ hervor, oder ſind jetzt nur $\frac{139}{140}$ eingetaucht, ſo iſt das Verhältniß der Dichtigkeiten nach dem erſten der

obigen theoretiſchen Sätze = 139 : 140, nicht wie oben 100 : 101. Ragen 7 Theile hervor, oder ſind 33 eingetaucht, ſo iſt es 133 : 140; und überhaupt, wenn das Aräometer p Gran Waſſer aus der Stelle treibt, und die Anzahl der eingetauchten Grade der Theilung n heißt, p + n : p + 40; nicht, wie oben p : p + 40 — n. So verſtanden, iſt Muſſchenbroeks Theorie richtig; er ſcheint auch die Sache ſo genommen zu haben, weil er in der Figur die Theile am Stiele von unten hinauf zählt, und alſo die eingetauchten, nicht die hervorragenden, in Anſatz bringt. Aber ſeine Worte laſſen auch die oben angegebne falſche Erklärung zu. Uebrigens ſoll das Werkzeug von Meſſing ſeyn, und wegen des Anhängens der Liquoren nur für die gröbere Praxis beſtimmt bleiben. Die Verfertigung deſſelben nach den vorgeſchriebnen Bedingungen würde allemal höchſt mühſam, und denen, die ſich mit der gröbern Praxis befriedigen, gar nicht vorzuſchlagen ſeyn.

Eine andere auf zween feſte Punkte gegründete Einrichtung des Aräometers hat Herr Baume (Avant-Coureur 1768. no. 45, 50, 51, 52; 1769 no. 2.) vorgeſchlagen. Sie ſoll den Grad der Rectification geiſtiger Liquoren und die ſpecifiſche Schwere derſelben zugleich angeben; da aber, wie Briſſon (Mém. de l' Acad. roy. des Sc. 1769.) zeigt, beym Weingeiſte die Rectification dem Grade der ſpecifiſchen Schwere nicht proportional iſt, ſo kan beydes zugleich nicht mit einerley Werkzeuge gemeſſen werden. Uebrigens ſenkt Baume das Aräometer zuerſt in eine Miſchung von 9 Theilen Waſſer und 1 Theil trocknen Kochſalzes und dann in reines Waſſer, bemerkt die Punkte des Einſinkens mit o und 10, theilt den Zwiſchenraum in zehn gleiche Grade, und trägt ſolche Grade bis 50 auf dem übrigen Theile des Stiels fort. Er erhält auf dieſe Art eine Scale mit gleichen Theilen, welche nie gleiche Unterſchiede der Dichtigkeiten anzeigen. Zwar ſucht er auch nicht Verhältniſſe der Dichtigkeiten ſelbſt zu beſtimmen, ſondern nur durch ſeine Vorſchriften alle Aräometer mit einander übereinſtimmend zu machen, ſo daß man durch den Grad derſelben die Dichte oder Güte eines

Liquors auf eine überall verſtändliche Art ausdrücken könne. So ſoll 0 Grad die Dichte eines Liquors, der $\frac{9}{10}$ Waſſer und $\frac{1}{10}$ Salz hat, 10 Grad die Dichte des Waſſers bezeichnen. Nun ließen ſich zwar hieraus die Verhältniſſe der Dichten ſelbſt berechnen, wenn die Dichte der zum feſten Punkte gebrauchten Sole bekannt wäre; allein da Salze von verſchiedener Art auf das Waſſer verſchiedentlich wirken, und alſo Gemiſche von andern Dichtigkeiten geben können, wenn ſie gleich in einerley Verhältniß mit dem Waſſer vermiſcht werden, ſo iſt man nie ſicher, aus 9 Theilen Waſſer und einem Theile Salz überall eine gleich dichte Sole, und eine mit andern übereinſtimmende Theilung des Aräometers zu erhalten; und für die geiſtigen Liquoren ändern ſich die Dichtigkeiten, die ſie durch Vermiſchung mit Waſſer annehmen, noch unregelmäßiger.

Die von den Ständen in Languedoc 1771 und 1773 aufgegebnen Preisfragen über die beſte Art, die Güte der geiſtigen Liquoren zu prüfen, haben noch andere Vorſchläge zu Branntewein- und Weingeiſtproben von den Herren Poncelet, Pouget und Bories veranlaſſet, welche anzuführen hier zu weitläuftig wäre.

Da die Beſtimmung zweener feſten Punkte durch Verſuche unſicher iſt, weil es Schwierigkeit macht, außer dem deſtillirten oder Regenwaſſer, noch einen Liquor von ſtets gleicher Dichte zu erhalten, und da die gleichen Theile der Scale niemals gleiche Unterſchiede der Dichtigkeiten geben, ſo hat man vorgeſchlagen, das Aräometer durch Veränderung ſeines Gewichts ſo zu graduiren, daß es durch den Punkt ſeines Einſinkens ſogleich die Dichte des Liquors anzeige. Dieſe ſinnreiche Methode lehrt Briſſon (Dictionnaire de Phyſique, art. *Aréometre*). Es ſey die Dichte des Waſſers zur Dichte eines Liquors $= D : d$; im Waſſer ſenke ſich das Aräometer um den Raum b ein, ſo muß es ſich im Liquor um den Raum $\frac{bD}{d}$ einſenken (weil ſich die Räume umgekehrt wie die Dichten verhalten müſſen). Soll es ſich nun im Waſſer

eben ſo weit, oder auch um den Raum $\frac{bD}{d}$ einſenken, ſo muß ſein Gewicht, welches wir p nennen wollen, verändert werden. Mit dem anfänglichen Gewichte p ſank es im Waſſer um den Raum b ein, alſo wird es, um den Raum $\frac{bD}{d}$ einzuſinken, das Gewicht $\frac{pD}{d}$ haben müſſen (weil ſich die Räume des Einſinkens in einerley flüßige Materie, wie die Gewichte, verhalten). Verändert man alſo das Gewicht p in $\frac{D}{d}$ d. h. vermehrt man es um $\frac{pD}{d} - p = p.\frac{D-d}{d}$, ſo ſinkt das Inſtrument im Waſſer ſo tief ein, als es unter ſeinem anfänglichen Gewichte p in einen Liquor von der Dichte d einſinkt. Nimmt man nun die Dichte des Waſſers = 1000 an, und läſt d nach einander 990, 980, 970 ꝛc. gelten, ſo wird $p.\frac{D-d}{d}$ nach einander $\frac{10}{990}$ p, $\frac{20}{980}$ p, $\frac{30}{970}$ p ꝛc. Hierauf gründet ſich folgendes Verfahren. Man wiege das Aräometer genau, ſenke es in deſtillirtes oder in Regenwaſſer unter einem beſtimmten Grade der Wärme (wozu Briſſon den 14ten Grad des Reaumüriſchen Thermometers vorſchlägt), und bezeichne den Punkt, bis auf den es einſinkt, mit 1000. Man vermehre hierauf das anfängliche Gewicht des Inſtruments durch etwas hinzugegoſſenes Queckſilber um $\frac{10}{990}$ oder $\frac{1}{99}$, ſenke es von neuem ein, und bemerke den Punkt mit 990; man nehme das hinzugethane Queckſilber wieder hinweg, vermehre das anfängliche Gewicht um $\frac{20}{980}$ oder $\frac{1}{49}$, und bemerke den Punkt des Einſinkens mit 980 u. ſ. w. So iſt das Werkzeug von 10 zu 10 Graden für leichtere Liquoren, als Waſſer, graduirt. Um einzelne Grade zu haben, kan man entweder die Zwiſchenräume in 10 gleiche Theile theilen, oder, wenn man die Genauigkeit aufs höchſte treiben will, die Punkte für die Dichten 999, 998 ꝛc. durch Vermehrung des anfänglichen Gewichts um $\frac{1}{999}$, $\frac{2}{998}$ ꝛc. ſuchen.

Für ſchwerere Liquoren, als Waſſer, wird D—d negativ, und das anfängliche Gewicht p iſt um $\frac{d-D}{d}$. p zu vermindern. Dieſe Verminderungen betragen $\frac{10}{1010}$, $\frac{20}{1020}$, $\frac{30}{1030}$ ꝛc. für die Dichten 1010, 1020, 1030 ꝛc.; woraus das Verfahren leicht erhellet. Endlich giebt man dem Inſtrumente ſein anfängliches Gewicht p wieder; und wenn es ſich nun bey einer Temperatur von 14 Graden nach Reaumür in einen gewiſſen Liquor bis an den mit 980 bemerkten Punkt ſenkt, ſo kan man ſchließen, daß des Liquors Dichte zur Dichte des Waſſers wie 980 : 1000 ſey. Dieſe Methode würde vor allen andern den Vorzug verdienen, wenn nicht die Ausführung äußerſt mühſam wäre. Sie iſt nicht von der Art, daß man ſie gemeinen Mechanikern überlaſſen könnte; die Phyſiker müſſen ſich dergleichen Werkzeuge ſelbſt verfertigen.

Zum genauern Graduiren empfiehlt Briſſon folgende von Montigny (Mém. de l'Academ. roy. des Sc. 1768. p. 435.) angegebne Methode. An der Seite des Gefäßes VV Taf. I. Fig. 20 geht der elfenbeinerne Stab CD in die Höhe, und iſt mit einem wohlgearbeiteten meſſingnen Schieber EF verſehen. Man füllt das Gefäß mit Regenwaſſer, und giebt ſtets Acht, daß daſſelbe darinn gleich hoch ſtehe. Das bis G eingeſenkte Aräometer reiche mit dem Ende des Stiels bis A, ſo wird der Schieber ſo geſtellt, daß er A genau berührt, und auf dem elfenbeinernen Stabe DG wird bey g ein Strich mit Bleyſtift gemacht. Sinkt in andern Liquoren, oder unter anderm Gewichte, das Aräometer bis H, I ꝛc. ein, ſo wird der Schieber die Punkte h, i ꝛc. angeben, und die Bleyſtiftſtriche g, h, i geben eine Theilung, welche vom elfenbeinernen Stabe auf ein Papier gebracht, und umgekehrt in das Aräometer befeſtiget wird, ſo daß der Punkt D, der beym erſten Einſenken der Oberfläche des Waſſers im Gefäße VV gegenüberſtand, an das Ende des Stiels A kömmt, und die Theilung in die Lage G, H, I bringt. Der Schieber muß an den Stab GD nur auf drey Seiten anſchließen,

und die vierte, auf welche die Bleyſtiftſtriche kommen, frey laſſen, damit er beym Fortſchieben nichts auslöſche. Graduirt man nach Briſſons Art, ſo muß das Papier, auf welches die Theilung kommen ſoll, mit gewogen, und ſein Gewicht in das anfängliche Gewicht des Aräometers mit eingerechnet werden.

Aus der bisherigen Theorie läßt ſich auch die Einrichtung überſehen, die le Raz de Lanthenee in einer kleinen Schrift von 32 Seiten 12mo vorgeſchlagen hat, und welche von Briſſon (Dictionnaire de phyſ. art. *Aréometre*) angeführt wird. Sie ſcheint eine etwas veränderte Nachahmung der Muſſchenbroekiſchen zu ſeyn. Er ſenkt nemlich ein Aräometer, welches 1000 Gran wiegt, in Waſſer, vermehrt hierauf das Gewicht um 40 Gran, ſenkt es nochmals ein, und theilt den Raum zwiſchen beyden Punkten in 40 gleiche Theile. Er bekömmt hiedurch zu feſten Punkten die Dichte des Waſſers und die Dichte eines $\frac{40}{1040}$ oder $\frac{1}{26}$ leichtern Liquors; und ſo iſt ſein Aräometer allerdings vorzüglicher, als die, welche zur Beſtimmung des zweyten Punkts die Bereitung einer Sole u. dgl. vorausſetzen. Auch iſt es richtig, daß bey einem Aräometer, welches nicht gerade 1000 Gran wiegt, die Zulage ſtatt 40 Gran, eine andere ſeyn muß, die ſich aber zum Gewichte des Aräometers verhält, wie 40 : 1000, z. B. bey einem Aräometer von 800 Gran darf man nur 32 Gran zulegen. Man muß aber dennoch in 40 Theile theilen, wenn ſolche Aräometer mit einander übereinſtimmen ſollen, und die Behauptung des Erfinders, man müſſe in ſo viel Theile theilen, als man bey der Beſtimmung des zweyten Punkts Grane zugelegt habe, iſt ein offenbarer Irrthum. Uebrigens iſt bey dieſem Werkzeuge, wenn ſein Gewicht in Granen p, und die Zahl der eingetauchten Grade der Theilung n heißt, des Waſſers Dichte zu des Liquors Dichte, wie $p + n : p$.

Noch eine ſehr einfache Art des Aräometer gäbe ein bloßes Stäbchen ohne Kugel, wie AB, Taf. II. Fig. 21., das etwa von einem leichten aber feſten Holze verfertiget und überfirnißt werden könnte. Das Stäbchen müßte ein

genau gearbeitetes rechtwinklichtes Parallelepipedum ſeyn, und längſt der Mitte jeder Seitenfläche müſte eine etwa in 1000 Theile getheilte Linie herabgehen, auf der man auch bey einer ſchiefen Lage des Stäbchens, dennoch das Verhältniß des eingetauchten Theils zum Ganzen richtig würde bemerken können. Ein ſolches Stäbchen würde ſich in einen Liquor geſenkt, und bey E an einem Faden gehalten (nicht gezogen), bis D, z. E. um 600 Theile einſenken. Sänke es nun im Regenwaſſer um 550 Theile ein, ſo würde ſich des Regenwaſſers Dichte zu des Liquors Dichte, wie 600 : 550 verhalten. Ich habe dieſe Einrichtung in den hydroſtatiſchen Vorleſungen meines ehemaligen Lehrers, des Prof. Heinſius in Leipzig, kennen gelernt, der ſie zu Prüfung der ſpecifiſchen Schweren der Mineralwaſſer vorſchlug.

Es iſt zu verwundern, daß man die bisher beſchriebenen Aräometer, welche die Dichte der Liquoren durch die Tiefe des Einſinkens meſſen, noch immer beybehält, und ſo viel daran künſtelt, da doch die Beſtimmung der feſten Punkte und das Graduiren ſo viel Mühe und Unzuverläſſigkeit veranlaſſen, daß Inſtrumente dieſer Art aller angewandten Bemühungen ohngeachtet doch immer unvollkommen bleiben werden. Die Begierde, ſogleich an einer Scale zu ſehen, wie gut oder dicht ein Liquor ſey, ohne daß es erſt einer Rechnung bedürfe, mag wohl die Urſache davon ſeyn; es heißt aber nicht die Chymiker ehren, wenn man ihnen unzuverläßige Weingeiſtproben in die Hände giebt, um ihnen eine Diviſion zu erſparen.

Weit einfacher, leichter zu verfertigen, und in der Anwendung ſicherer iſt dasjenige Aräometer, welches die Dichten der Liquoren durch Gewichte abmißt. Es führt gemeiniglich den Namen des Fahrenheitiſchen allgemeinen Aräometers obgleich nach Leupold (Theatr. Stat. P. II. §. 28. 29.) ſchon Moncony, ein Arzt in Lyon († 1665) in ſeiner Reiſebeſchreibung, auch der P. Feuillee (Journal des obſerv. de phyſ. Paris 1714. 4.) ähnliche Einrichtungen beſchreiben. Dieſes Inſtrument beſteht aus einer hohlen gläſernen oder meſſingnen Kugel B

(Taf. II. Fig. 22.), an welcher ſich unten noch eine andere mit etwas Queckſilber oder Schrot beſchwerte S befindet. Der Hals AC iſt ſehr dünn, und hat oben bey A eine kleine Schale, um leicht Gewichte hineinwerfen zu können. Am Halſe befindet ſich bey a ein Merkmal. An Monconys Wage fehlen die Schale A und das Merkmal a; denn die Gewichte werden wie Ringe geformt und auf den etwas ſtärkern Hals aufgeſteckt, und das Inſtrument wird bis an die Spitze eingeſenkt; bey Feuillee's Angabe fehlt nur die Schale, und die Gewichte, als durchlöcherte Blättchen geformt, werden über den Hals auf die Kugel gelegt; bey Leutmanns Angabe (Comm. Petropol. T. V. p. 273.) iſt die Röhre CA offen, und die Gewichte werden durch die Oefnung A hineingeworfen.

Um ein ſolches Werkzeug zu gebrauchen, muß zuerſt das Gewicht deſſelben = p ſorgfältig beſtimmt werden. Man ſenkt es hierauf in deſtillirtes oder Regenwaſſer, und legt in die Schale A ſo viel Gewicht = q, bis es ſich bis an das Merkmal a eintaucht. Muß man nun, um es in einem Liquor eben ſo weit einzutauchen, das Gewicht r in die Schale legen, ſo iſt nach dem zweyten der im Anfang dieſes Artikels vorgetragnen Sätze des Waſſers Dichte zu des Liquors Dichte, wie das ganze Gewicht des Werkzeugs beym erſtern Einſinken zum ganzen Gewichte beym letztern, oder wie $p + q : p + r$. Wiegt zum Beyſpiel das Aräometer 496 Gran, und müſſen im Regenwaſſer 32, in einer Sole 64 Gran zugelegt werden, ſo verhalten ſich beyder Dichten oder ſpecifiſche Schweren, wie $496 + 32 : 496 + 64 = 528 : 560 = 1 : 1{,}060$.

Es fällt in die Augen, wie weit dieſes Inſtrument die vorherbeſchriebenen an Simplicität, Leichtigkeit der Ausführung und Sicherheit des Reſultats übertrift. Es bleibt nur noch die Einwendung übrig, daß das Anhängen der Liquoren verhindere, genau wahrzunehmen, wenn der Liquor gerade bis an das Merkmal reiche. Dieſe Einwendung trift aber auch die Aräometer von jener Claſſe, und der zu beſorgende Fehler iſt bey einem dünnen Halſe ganz unbeträchtlich. Noch wäre zu befürchten, daß es bey

allzuviel oben eingelegten Gewichten umſchlagen möchte; allein ein nachdenkender Künſtler wird die Einrichtung leicht ſo treffen, daß nie ſtarke Gewichte eingelegt werden dürfen, und S immer ſchwer genug bleibt, um das Ganze aufrecht zu erhalten. Es ſollten alſo die Naturforſcher billig mehr Gebrauch von dieſer Einrichtung machen, als insgemein zu geſchehen pflegt.

Wie man die Aräometer als Goldwagen gebrauchen könne, beſchreibt Cornelius Meyer (Nuovi Ritrovamenti diviſi in due parti. Rom. 1696. fol.). Er hat ſeine Methode um das Jahr 1668 erfunden, und giebt a. a. O. ſechs verſchiedene Arten ſolcher Goldwagen an, worunter die meiſten dem Fahrenheitiſchen Univerſalaräometer ſehr ähnlich ſind. Man hängt unten eine ächte Goldmünze an, und bemerkt, wie weit ſich das mit ihr beſchwerte Inſtrument ins Waſſer tauche. Eine falſche Münze unten angehangen, wird es nicht ſo weit eintauchen. Meyer erzählt, die Generalſtaaten hätten ihn durch Abgeordnete um Mittheilung dieſer Erfindung erſuchen laſſen. Boyle hat ſein dazu dienliches Inſtrument 1674 in den Transactionen bekannt gemacht, und Leupold (Theatr. Stat. univerſ. P. II. c. 6.) handelt von der ganzen Sache ſehr umſtändlich.

Bey dem Gebrauche aller Aräometer überhaupt ſind folgende von Nollet (Leçons de Phyſ. To. II. p. 388.) angegebne Vorſichtsregeln zu beobachten.

1) Die Liquoren, in welche man das Aräometer einſenkt, müſſen jederzeit auf einerley Grad der Wärme gebracht werden. Andere Grade der Wärme würden die Dichte des Liquors ſowohl, als das Volumen des Werkzeugs, ändern.

2) Bey Aräometern, die durch Eintheilung in gleiche Theile graduirt werden, muß der Stiel genau cylindriſch, d. i. durchgehends von gleicher Dicke ſeyn. Unregelmäßige und ungleich dicke Stücken geben bey gleich getheilter Länge nicht gleich getheilte Volumina.

3) Beym Einſenken müſſen die Aräometer genau ſenkrecht ſtehen. Eine ſchiefe Stellung verhindert, den Punkt des Einſinkens genau zu beobachten.

4) Das Inſtrument muß ſtets ſehr rein und ſauber gehalten, auch, ehe man es aus einem Liquor in den andern bringt, ſorgfältig abgetrocknet werden. Auf den Liquoren ſelbſt darf kein Schaum ſeyn, weil Luftblaſen ſich an das Werkzeug hängen, und es höher, als gehörig, emporheben würden. Bey aller dieſer Vorſicht bleibt es noch immer ſchwer, den Punkt des Einſinkens mit der gehörigen Genauigkeit zu bemerken, weil manche Liquoren genauer an das Glas anſchließen, als andere, auch viele am Glaſe mehr oder weniger in die Höhe ſteigen.

Zum Beſchluß dieſes Artikels will ich noch eines Inſtruments gedenken, welches zwar nach der oben angegebnen Definition nicht unter die Aräometer gehört, aber doch zu Abmeſſung der Dichte der Liquoren dient, und von ſeinem Erfinder den Namen eines Aräometers bekommen hat. Es iſt von Homberg (Mém. de l'Acad. roy. des Sc. 1699.) angegeben worden, und beſteht aus einem gläſernen Gefäße ABCD Taf. II. Fig. 23., deſſen Hals ſo eng iſt, daß ein Waſſertropfen darinn 6—7 Lin. Raum einnimmt; oben iſt er trichterförmig ausgeſchweift. An der Seite bey D geht eine eben ſo enge 6 Lin. lange Röhre mit AB parallel heraus, um der Luft einen Ausgang aus dem Gefäße zu verſtatten. Wenn man dieſes Gefäß allemal bis an das Merkmal e mit einem Liquor füllet, ſo hat man wegen des engen Halſes, der keinen beträchtlichen Fehler dabey verſtattet, immer einerley Volumen der Liquoren. Wiegt man alſo das Gefäß zuerſt mit einem und dann mit dem andern Liquor bis e gefüllt, und zieht von beyden Gewichten das Gewicht des leeren Gefäßes ab, ſo hat man die Gewichte der beyden Liquoren unter einerley Volumen, welche ſich wie ihre ſpecifiſchen Schweren verhalten. Der hiebey zu beſorgende Fehler kan wegen der Enge des Halſes nicht groß ſeyn; es entſteht aber daraus zugleich die Unbequemlichkeit, daß der Hals ein Haarröhrchen wird, und das Anhängen der Liquoren ungemein befördert.

Armillarſphäre, ſ. Ringkugel.
Armirung des Magnets, ſ. Magnet.

Arſenik, Arſenicum, *Arſenic*. Dieſe Materie iſt der metalliſche Kalch eines eignen Halbmetalls, des Arſenikkönigs, unterſcheidet ſich aber von den übrigen metalliſchen Erden durch ihre Flüchtigkeit, Auflösbarkeit im Waſſer, Geruch und Geſchmack, Verwandtſchaft mit den übrigen Metallen und Schmelzbarkeit. Dieſen Eigenſchaften nach muß man den Arſenik für eine mit einer eignen Säure verbundne metalliſche Erde erklären. Der Arſenikkönig, den man durch Zuſatz von mehrerem Brennbaren aus dieſem Kalche erhält, iſt ein weißes bläuliches Halbmetall, deſſen ſpecifiſche Schwere etwa 8, 31 mahl ſo groß, als die Schwere des Waſſers iſt. Er wird an der Luft bald gelb und ſchwarz, iſt ſehr brüchig und äußerſt flüchtig, brennt auch an der Luft mit einer bläulichen Flamme und einem ſtarken, wie Knoblauch, riechenden Dampfe.

Man findet den Arſenik in verſchiedenen Kobaltarten, im weißen Kies oder Mißpickel, und vielen andern Erzen, weil er ein Vererzungsmittel iſt. Man ſammelt ihn in Sachſen vornehmlich bey der Bereitung der Schmalte aus dem Kobalt auf. Der uneigentlich ſogenannte Scherbenkobalt iſt ein wahrer Arſenikkönig. Mit dem Schwefel verbunden giebt der Arſenik den gelben und rothen Arſenik, welche etwas feuerbeſtändiger ſind, und durch die Kunſt bereitet werden. Natürlich gefunden heiſt der gelbe Operment (Auripigmentum, *Orpiment*, *Rizigal jaune*), der rothe Sandarac oder Rauſchgelb (Realgar, *Rizigal rouge*). Der Arſenik wird in der Färbekunſt zu Erhöhung der Farben, in den Compoſitionen des Prinzmetalls und Argent haché zur Beförderung des Glanzes und der Politur gebraucht. Er iſt ein ſehr heftiges ätzendes Gift, und daher ſein Gebrauch in der Arzneykunde gänzlich zu unterlaſſen, und ſelbſt bey Bearbeitungen deſſelben die möglichſte Behutſamkeit anzuwenden.

Macquer chym. Wörterbuch, Art. Arſenik.

Arſenikſäure, Acidum Arſenici, *Acide d' arſenic.* Schon längſt hatten die Chymiſten den Arſenik wegen einiger ſeiner Eigenſchaften unter die Claſſe der Salze geſetzt, und die Salzſäure oder die Vitriolſäure für einen ſeiner Beſtandtheile angeſehen. Endlich haben es **Scheele** (Abhdl. der ſchwed. Akad. d. Wiſſ. 1775. Qu. IV. no. 1.) und **Bergmann** (Nov. acta Vpſal. To. II. pag. 208. ingl. Diſſ. de arſenico. Vpſal. 1777. 4.) deutlich erwieſen, daß der Arſenik eine eigne von allen andern unterſchiedene Säure enthalte, welche durch das Brennbare erſt zu einem Arſenik und bey mehrerer Sättigung damit zu einem beſondern Halbmetalle wird, und deren Neigung, ſich mit dem Brennbaren zu vermiſchen, ungemein groß iſt, woraus wohl auch die ſchädlichen Wirkungen des Arſeniks auf den menſchlichen Körper, deſſen Theile er durch Anziehung ihres Brennbaren zerſetzt, zu erklären ſeyn dürften.

Leonhardi in Macquer's chym. Wörterbuch, Art. Arſenikſäure.

Aſcenſion, ſ. Aufſteigung.

Aſcenſionaldifferenz, Differentia aſcenſionalis, *Difference aſcenſionelle.* Der Unterſchied zwiſchen der geraden und ſchiefen Aufſteigung eines Geſtirns, ſ. Aufſteigung, gerade und ſchiefe; oder der Bogen des Aequators OD (Taf. II. Fig. 24.), welcher zwiſchen dem mit dem Geſtirn S zugleich aufgehenden Punkte O, und dem Abweichungskreiſe PSD enthalten iſt, und alſo den Unterſchied der Bogen ♈D und ♈O, oder der geraden und ſchiefen Aufſteigung ausdrückt.

Aus der Aequatorhöhe des Orts AH, welche dem Winkel O gleich iſt, und der Abweichung des Geſtirns SD, und die Aſcenſionaldifferenz OD durch Auflöſung des rechtwinklichen Kugeldreyecks ODS gefunden, wo ſin tot : ſin OD = tang. O : tang SD, oder (für ſin tot = 1)

$$\text{Sin. Aſc. diff.} = \frac{\text{tang. Abweich.}}{\text{tang. Aequ. höhe}} = \text{tang. Abw.} \times \text{tang. Polhöhe.}$$

Durch dieſe Formel ließen ſich leicht Tafeln berechnen, in welchen man für die Polhöhe jedes Orts und für die Ab-

weichung jedes Geſtirns die zugehörige Aſcenſionaldifferenz aufſchlagen könnte.

Für ein Geſtirn s in der ſüdlichen Halbkugel iſt die Abweichung ds der vorigen D S entgegengeſetzt, alſo negativ, welches der Formel gemäß eine ebenfalls negative Aſcenſionaldifferenz, wie O d in der Figur, giebt. Für Orte in der ſüdlichen Halbkugel der Erde, deren Polhöhen negativ ſind, wenn die nördlichen poſitiv geſetzt werden, geben ſüdliche Abweichungen wieder poſitive, nördliche Abweichungen negative Aſcenſionaldifferenzen.

Die Aſcenſionaldifferenz eines Geſtirns dient zur Erfindung ſeiner ſchiefen Aufſteigung und ſeines Tagebogens. Es iſt nemlich

$$\Upsilon O = \Upsilon D - OD$$

d. i. ſchiefe Aufſt. = gerade Aufſt. — Aſc. diff. wobey eine negative Aſcenſionaldifferenz, wie O d, ſtatt ſubtrahirt zu werden, addirt werden muß.

Der zwiſchen dem Mittagskreiſe P A H p und dem wahren Morgenpunkte O enthaltene Bogen des Aequators A O iſt = 90°, daher A D = 90° + Aſc. diff. Da nun die Figur für den Augenblick des Aufgangs vom Geſtirn S entworfen iſt, ſo iſt A der Punkt des Aequators, der ſich beym Aufgange von S im Mittagskreiſe befindet; D aber derjenige Punkt, welcher mit dem Sterne S in den Mittagskreis kömmt. Vom Aufgange des Sterns bis zu ſeinem Durchgange durch den Mittagskreis verfließt alſo ſo viel Zeit, als der Bogen A D braucht, um ſich durch den Mittagskreis zu ſchieben. Verwandelt man alſo dieſen Bogen, oder 90° + Aſc. differ., in Zeit, ſ. Aequator, Sternzeit, ſo hat man die Zeit vom Aufgange bis zum Durchgange durch den Mittag oder den halben Tagbogen in Zeit, welcher verdoppelt die Zeit vom Aufgange zum Untergange, oder die Dauer der Sichtbarkeit (moram ſupra horizontem) giebt.

Man ſieht hieraus, wie die Tageslänge gefunden werde, wenn das Geſtirn S die Sonne iſt. Es iſt nemlich

halbe Tageslänge = (90° + Aſc. diff. d. ☉) in Zeit.

Zwar rückt die Sonne durch ihre eigne Bewegung vom Morgen bis zum Mittag ein wenig fort, und der Punkt, welcher mit der Sonne in den Mittagskreis kömmt, iſt nicht derjenige, der in der Figur mit D bezeichnet iſt, und bey ihrem Aufgange durch den Abweichungskreis PSDp abgeſchnitten ward; allein da das Fortrücken der Sonne in jedem Zeitraume gerade ſo viel Wirkung auf die Zeit äußert, daß es den in Sternzeit ausgedrückten Zeitraum in eben ſo viel wahre Sonnenſtunden u. ſ. w. verwandelt, als er ſonſt, wenn die Sonne nicht fortgerückt wäre, Sternſtunden ꝛc. gehabt haben würde (ſ. Sonnenzeit), ſo darf man nur die Stunden ꝛc. des in Sternzeit verwandelten Bogens AD geradehin für wahre Sonnenſtunden annehmen, um die halbe Taglänge richtig in wahrer Sonnenzeit zu finden, oder es iſt

halbe Taglänge in ☉zeit = (90° + Aſc. differ.) in ✱zeit.

Die halbe Taglänge giebt, von 12 Stunden abgezogen, die halbe Nachtlänge; und da wir im bürgerlichen Leben unſere Stunden vom Mittage und der Mitternacht, d. i. von der Helfte des Tages und der Nacht zu zählen anfangen, ſo iſt klar, daß wir bey Sonnenaufgang ſo viel Stunden zählen müſſen, als die halbe Nachtlänge beträgt, bey Sonnenuntergang aber ſo viel, als die halbe Taglänge ausmacht.

Hieraus ergiebt ſich folgende Berechnung der Tag- und Nachtlänge für den längſten Tag in Leipzig. Aus Leipzigs Polhöhe = 51° 19′ 41″ und der Abweichung der Sonne am längſten Tage = 23° 28′ 8″, findet ſich durch die Formel

ſin. Aſc. diff. = tang. Abw. × tang. Polh.

die Aſcenſionaldifferenz der ☉ = 32° 50′ 40″

die Aſcenſionaldifferenz der ☉ =	32°	50′	40″
	90	0	0
90° + Aſc. diff. =	122°	50′	40″

In Sternzeit verwandelt, geben

		St.	Min.	Sek.	Tert.	
120°	- -	8	0	0	0	
2°	- - -	-	8	0	0	
50′	- - -	-	3	20	0	
40″	- - -	-	-	2	40	
halbe Tagl. in ⊙zeit		8	11	22	40	St. des Unterg.
		12	0	0	0	
halbe Nachtlänge		3	48	37	20	St. des Aufg.
		St.	M.	S.	T.	
ganze Taglänge		16	22	45	20.	
ganze Nachtlänge		7	37	14	40.	

Die Grade des Bogens AD oder 90° + Aſc. diff. drücken zugleich die Größe des halben Tagbogens vom Geſtirn S aus, ſ. Tagbogen. Zu Erſparung oder Erleichterung der Rechnungen hat man Tafeln, in welchen man aus der gegebnen Polhöhe des Orts und Abweichung des Geſtirns den halben Tagbogen, ſchon in Sternzeit verwandelt, aufſchlagen kan, dergleichen ſich in der Berliner Sammlung aſtronomiſcher Tafeln, B. III. S. 233 u. f. unter der Aufſchrift: Tafel für die halben Tagbögen, findet.

Negative Aſcenſionaldifferenzen ſind, wie natürlich, von 90° abzuziehen, wenn man den halben Tagbogen finden will. Daher findet man für Tage des Winterhalbjahrs, wo die Sonne eine ſüdliche Abweichung hat, für unſere Länder den halben Tagbogen kleiner als 90°, und die halbe Taglänge kürzer, als 6 Stunden.

Auf eben dieſe Art wird für die Sterne die halbe Dauer der Sichtbarkeit gefunden, wenn man den halben Tagbogen in Sternzeit verwandelt; nur daß hier die gefundene Zeit Sternzeit bleibt, weil die Annehmung derſelben für wahre Sonnenzeit im vorigen Falle bloß eine Wirkung des Fortrückens der Sonne war, welches bey den Fixſternen wegfällt.

Aſche, Cineres, *Cendres*. Dasjenige, was von den Körpern übrigbleibt, wenn ſie durch die Verbrennung oder Calcination an freyer Luft ihres Brennbaren beraubt worden ſind. Alle vegetabiliſche und thieriſche Materien laſſen, an freyer Luft verbrannt, einen ſolchen erdichten, mehr oder weniger ſalzigen Rückſtand übrig. So pflegt man auch einigen metalliſchen Erden, wenn die Metalle an freyer Luft verbrannt und calcinirt worden ſind, den Namen Aſche beyzulegen, z. B. Zinnaſche: doch ſollten dieſe mit dem gewöhnlichen Namen **Kalch** benennet werden.

Macquer chym. Wörterb. Art. Aſche.

Aſcii, ſ. Unſchattichte.

Aſpecten, Adſpectus ſ. Configurationes planetarum, *Aſpects*. Man giebt dieſen Namen den verſchiedenen Stellungen der Planeten im Thierkreiſe gegen einander. Da nemlich die Planeten, wozu hier auch Sonne und Mond gerechnet werden, in ihren eignen Bewegungen mit ſehr verſchiedener Geſchwindigkeit fortgehen, einander bald einholen, bald ſich von einander entfernen ꝛc., ſo kommen ſie in verſchiedene Stellungen oder Aſpecten gegen einander, unter welchen folgende die vornehmſten ſind.

Die Zuſammenkunft, Conjunctio, *Conjonction*, (ihr Zeichen iſt ☌) ereignet ſich wenn zween Planeten an einerley Orte des Thierkreiſes geſehen werden, oder, (da die kleinern ſelten ganz genau und bis zur wirklichen Bedeckung zuſammentreffen) wenn ſie über oder unter einerley Punkte der Ekliptik ſtehen, d. i. wenn ſie einerley Länge haben, ſ. Länge, der Geſtirne. Sie ſtehen dann wenigſtens nahe bey einander, und ihr Abſtand iſt bloß dem Unterſchiede oder der Summe ihrer Breiten gleich, welche niemals viel betragen können. Die Zuſammenkünfte der Planeten ſind für die Sternkunde ſehr wichtig; genaue Beobachtungen derſelben tragen zur vollkommnern Kenntniß des Planetenlaufs nicht wenig bey; daher die Conjunctionen der Planeten unter einander ſelbſt, und die nähern Conjunctionen mit den im Thierkreiſe ſtehenden Fixſternen,

ſehr ſorgfältig in dem aſtronomiſchen Kalendern angegeben werden. Die Zuſammenkunft des Monds mit der Sonne beſtimmt den Augenblick des Neumonds, und iſt, wenn beyde Körper einander nahe kommen, mit einer Sonnenfinſterniß begleitet. Auch für die Geographie ſind die Beobachtungen der Zuſammenkünfte und Bedeckungen wichtig, weil ſich aus ihnen Folgerungen auf die wahre Lage der Beobachtungsorte auf der Erdkugel ziehen laſſen.

Die Perioden, binnen welchen die Zuſammenkünfte zweener Planeten wiederkehren, läßt ſich aus den Zeiten ihres ſcheinbaren Umlaufs um den ganzen Himmel, T und t, durch die Formel $\frac{Tt}{T-t}$ finden. Wenn alſo Saturn ohngefähr in 30, Jupiter in 12 Jahren den Thierkreis einmal zu durchlaufen ſcheinen, ſo kommen beyde in $\frac{30.\ 12}{30-12} = 20$ Jahren, d. i. alle 20 Jahre einmal in Zuſammenkunft. Eben ſo läſt ſich aus den Längen des Sonnenjahres und des ſideriſchen Monats, die Zeit von einem Neumonde zum andern, der ſynodiſche Monat, berechnen, ſ. **Monat**.

Die Oppoſition oder der **Gegenſchein**, Oppoſitio, *Oppoſition*, deren Zeichen ☍ iſt, ereignet ſich, wenn zweeen Planeten bey gegenüberſtehenden Punkten der Ekliptik ſtehen, oder wenn ihre Längen um 180° verſchieden ſind. Alsdann geht der eine ohngefähr zu der Zeit auf, zu welcher der andere untergeht. Auch dieſe Stellung der Planeten gegen einander iſt für die Sternkunde nicht unwichtig. Die Oppoſition des Monds und der Sonne giebt die Zeit des Vollmonds, und wird, wenn die Breite des Monds nicht groß iſt, von einer **Mondfinſterniß** begleitet. Der obern Planeten Oppoſitionen mit der Sonne veranlaſſen Beobachtungen, die zur Kenntniß des Planetenlaufs und Weltſyſtems noch immer viel beytragen. Die übrigen Aſpecten ſind jetzt faſt ganz ohne Nutzen für die Sternkunde.

Im Gedritt - oder Trigonalſcheine, Geviert- oder Quadratſcheine, Geſechſt - oder Sextilſcheine ſtehen zween Planeten, wenn ſich ihre Längen um den dritten, vierten, ſechſten Theil von 360°, oder um 120°, 90° 60° unterſcheiden. Die Zeichen dafür ſind △, □, ⚹. Dieſe Aſpecten pflegt man noch immer in den Kalendern anzugeben, und ſich dabey der angeführten Zeichen zu bedienen. So heiſt △ ♃ - ♂, Jupiter und Mars im Gedrittſcheine; beym Monde pflegt man, weil er wegen ſeines geſchwinden Laufs täglich in andere Aſpecten kömmt, ſein Zeichen wegzulaſſen. So heiſt □ ♃: Jupiter ſteht mit dem Mond im Quadratſcheine.

Der aſtrologiſche Aberglaube hat den Aſpecten große Einflüſſe in die Schickſale der Menſchen und in die Begebenheiten der Staaten zugeſchrieben. Die Zuſammenkunft des Jupiters und Saturns ward die große, und wenn ſie im Zeichen des Widders, oder nahe am Anfange des Thierkreiſes erfolgte, die gröſte Conjunction genannt und man erwartete von ſolchen Begebenheiten wichtige Revolutionen. Es iſt zu bedauern, daß dergleichen Irrthümer durch ſchlechte Kalender noch immer unterhalten und unter dem Volke verbreitet werden. Noch am 12 Junius 1785, da Jupiter und Mars im Zeichen des Widders zuſammenkamen, erwartete man, der Vorherſagung einiger Kalender gemäß, ich weiß nicht was für eine ſchreckliche Kataſtrophe, und nach der Meynung vieler das Ende der Welt. Welche lächerliche Auftritte die Furcht vor dieſem Tage ſelbſt in Sachſen veranlaſſete, iſt noch in friſchem Andenken. Es iſt doch nichts begreiflicher, als daß der Zuſammenhang der Weltbegebenheiten von ganz andern Urſachen abhängen müſſe, als davon, ob zwo Linien aus der Erde nach dem Mars und Jupiter gezogen, einen großen oder kleinen Winkel mit einander machen.

Daß man übrigens auf die Zuſammenkünfte der Planeten von ſehr alten Zeiten her aufmerkſam geweſen ſey, beweiſt eine ſineſiſche Beobachtung einer Conjunction von fünf Planeten zu einer Zeit, da Sonne und Mond um den 15ten Grad des Waſſermanns ſtanden, welche dem

Kayſer Tſchuen-hi veranlaſſet haben ſoll, den Anfang des Jahres auf denjenigen Neumond zu ſetzen, der ſich zunächſt bey dieſem Grade der Ekliptik ereignet. **Kirch** (Miſc. Berolinenſ. To. III. p. 157.) berechnet, daß eine ſehr ähnliche Begebenheit im Jahre 2449 vor C. G. am 28 Febr. vorgefallen ſey, und **Montucla** (Hiſtoire des mathematiques. P. II. L. 2. p. 386.) nimmt keinen Anſtand, die Nachricht von dieſer Beobachtung für ächt zu erklären, gegen einige Einwürfe zu vertheidigen, und das hohe Alter der ſineſiſchen Beobachtungen dadurch zu beſtätigen.

Aſtrognoſie, Sternkenntniß, Aſtrognoſia, *Aſtrognoſie*. Dieſen Namen führt die Kenntniß der am Himmel ſichtbaren Geſtirne, in ſo fern ſie bloß bey den Namen und Stellungen derſelben gegen einander ſtehen bleibt. Da die in gewiſſe Bilder geordneten Fixſterne unter den Geſtirnen die gröſte Anzahl ausmachen, ſo beſchäftiget ſich die Aſtrognoſie gröſtentheils mit dieſen Bildern und den in ihnen befindlichen Fixſternen, wovon man unter den Artikeln, **Sternbilder, Sternkarten, Sternkegel, Fixſternverzeichniſſe**, mehrere Nachrichten antreffen wird.

Die Kenntniß der Sternbilder iſt ein angenehmer und nothwendiger, aber in Abſicht auf den Umfang ein unbeträchtlicher Theil der Sternkunde. Sie enthält bloß die Nomenclatur der Himmelskörper, da die Aſtronomie derſelben Bewegungen, Geſetze, Größen, Entfernungen ꝛc. unterſucht. Es iſt daher ſehr unſchicklich, was doch oft geſchieht, Leuten Kenntniſſe der Aſtronomie beyzulegen, wenn ſie einige Sterne oder Bilder zu nennen wiſſen.

Seit **Strauchs** Zeiten (Aſtrognoſia. Viteb. 1684. 8.) hat man mehrere ſchriftliche Anweiſungen zur Sternkenntniß erhalten, unter welchen ſich die Bücher der Herren **Helmuth** (Geſtirnbeſchreibung, Braunſchweig 1774. 8.), **Funk** (Anweiſung zur Kenntniß der Geſtirne auf zwey Planiglobien und zween Sternkegeln, Leipzig 1777. 8.) und **Bode** (Anleitung zur Kenntniß des geſtirnten Him-

mels, 4te Auflage, Berlin 1778. gr. 8.) ſehr vortheilhaft auszeichnen. Beſonders iſt das letztere vom Publikum mit großem und allerdings verdientem Beyfall aufgenommen worden.

Aſtrologie, Sterndeutekunſt, Aſtrologia judiciaria ſ. genetheliaca, *Aſtrologie.* Dies iſt der Name der eiteln und betrügeriſchen Kunſt, aus den Stellungen der Geſtirne zukünftige Dinge vorherzuſagen.

Der Wahn, daß die Geſtirne ſowohl auf die Begebenheiten ganzer Völker, als auf die Sitten und Schickſale einzelner Menſchen Einflüſſe hätten, iſt ſehr alt, und nach Bailly (Geſchichte der Sternkunde des Alterthums, I. B. aus dem Franz. Leipzig 1777. 8. S. 310.) aus der Wahrnehmung ihrer Einflüſſe auf Jahrszeiten, Witterung und Fruchtbarkeit entſtanden. Ein Beweis dieſes hohen Alters iſt, daß ſich die meiſten aſtrologiſchen Vorherſagungen auf die Stellung der Sterne gegen den Horizont gründen, welches der erſte Kreis war, den man am Himmel kennen lernte. Die Aſtrologie hat ſich, nach den einſtimmigen Zeugniſſen der Alten, von den Chaldäern aus über die Nationen der folgenden Zeiten verbreitet. Die Sterndeuter werden auch bey den ältern Schriftſtellen durchgängig Chaldaei, ſonſt genethliaci, genannt. In der Folge, da ſich bald Gewinnſucht und vorſetzliche Betrügerey mit einmiſchten, gaben ſie ſich den Namen Mathematici, unter welchem ſie zu den Zeiten der römiſchen Kayſer allgemein bekannt waren. Vulgus, quos Chaldaeos gentilitio vocabulo dicere oportet, mathematicos vocat, ſagt Gellius (Noct. Act. L. I. c. 9.). Ihr Unfug war ſo groß, daß ſie Tiber aus Rom vertrieb (Sueton. vita Tib. c. 36.). Der achtzehnte Titel des neunten Buchs im Codex iſt de maleficis et mathematicis überſchrieben; doch unterſcheidet das zweyte Geſetz deſſelben ausdrücklich die geometriſche Kunſt von dieſer ſogenannten mathematiſchen. Für die Aſtronomie iſt dieſe Vermiſchung mit Sterndeuterey mehr vortheilhaft als nachtheilig geweſen. Sie hat mehr Theilnehmung an den

Himmelsbegebenheiten, mithin mehr Aufmerkſamkeit auf dieſelben, und mehr Beobachtungen veranlaſſet, auch der Aſtronomie bey manchen Nationen Beyfall und Anſehen verſchaft.

Im mittlern Zeitalter erhielten ſich die aſtrologiſchen Träumereyen mit der Sternkunde zugleich unter den Arabern, von welchen uns verſchiedene Schriften davon, hauptſächlich Commentarien über des Ptolemäus Tetrabiblos, übriggeblieben ſind. Scaliger (Prolegom. ad Manil. p. 9.) erzählt, daß im Jahre 1179 alle orientaliſche, chriſtliche, jüdiſche und arabiſche Aſtrologen Briefe ausgeſendet, und durch Verkündigung einer fürchterlichen Revolution auf das Jahr 1186, ein allgemeines Schrecken verbreitet hätten. Sollte man ſich bey den berufenen Zichenſchen Prophezeihungen, wobey die Kabala, das Buch Chevilla und der Stern Kapella ſo lächerlich durch einander geworfen werden, nicht um volle 600 Jahre zurückverſetzt glauben?

Unter den erſten Beförderern der Sternkunde im Occident hiengen noch viele feſt an dieſem Aberglauben. Zwar beſtritt ſchon gegen das Ende des funfzehnten Jahrhunderts Pico, Graf von Mirandola, die Irrthümer der Aſtrologie ſehr gründlich, fand aber damals noch viel Widerſpruch. Im 16ten Jahrhunderte waren Leovitius, Gauricus, Cardan eifrige Vertheidiger des Sterndeutens. Der letztere trieb dieſe Thorheiten ſo weit, daß er dem Heilande der Welt die Nativität ſtellte (Scaliger proleg. ad Manil. p. 8.), und ſoll ſich zu Tode gehungert haben, um ſein vorhergeſagtes Sterbejahr nicht zu überleben. Caſpar Peucer (De praecipuis divinationum generibus. Vitb. 1560. 8.) hat von der Aſtrologie mit vieler Gelehrſamkeit gehandelt. Noch im vorigen Jahrhunderte hiengen ſelbſt große Aſtronomen an der Sterndeuterey, wovon ſich in Keplers Briefwechſel (Epiſtolae ad Keplerum, ed. a Hanſchio. Lipſiae 1718. fol.) häufige Spuren finden. Kepler ſelbſt ſtellte Nativitäten, wenn es verlangt ward, und ſoll ſich Wallenſteinen, der ihn 1629 nach Sagan berief, durch Vorherſagung ſeines Glücks zum Gönner

gemacht haben. Origanus (Ephemerides Brandenburg. Frf. 1605. gr. 4.) ſetzte ſeinen Ephemeriden eine, ſonſt in guter Ordnung geſchriebene, Einleitung in die Aſtrologie vor. Morin (Aſtrologia Gallica. Hag. Com. 1661. fol.) ſuchte die Sterndeutekunſt aus phyſiſchen und mathematiſchen Gründen zu erweiſen; zu ſeinem Werke ſoll die Königin von Polen Maria von Gonzaga eine anſehnliche Geldſumme hergegeben haben. Die Aſtrologie galt etwas bey den Großen. Daher hat Herr Käſtner (Schriften der götting. deutſchen Geſellſch. II. Samml. 2.) gefragt: ob die Aſtronomen klug daran gethan haben, daß ſie ſo ehrlich geweſen ſind, die Aſtrologie aufzugeben. Endlich hat die völlige Beſtätigung des Copernikaniſchen Syſtems und die allgemeinere Verbreitung der beſſern Aſtronomie dieſe Thorheiten unterdrückt, und nur ſelten gelingt es noch der Schwärmerey oder dem Betruge, die Leichtgläubigen damit zu hintergehen.

Aſtronomie, Sternkunde, Aſtronomia, *Aſtronomie.* Dieſen Namen führt die Lehre von den Weltkörpern. Die Bewegungen, Größen, Entfernungen, Wirkungen derſelben auf einander ꝛc. machen den erhabnen Gegenſtand dieſer Wiſſenſchaft aus, in welcher ſich Verſtand und Fleiß der Menſchen auf eine vorzügliche Art hervorgethan haben. Der griechiſche Name der Aſtronomie drückt wörtlich Lehre von den Geſetzen der Geſtirne aus; er iſt ſehr ſchicklich gewählt, denn alle Bewegungen der Weltkörper erfolgen nach beſtimmten und unabänderlichen Geſetzen.

Man theilt die Aſtronomie in die **ſphäriſche**, **theoriſche** und **phyſiſche** ein. Die ſphäriſche handelt von den in die Sinne fallenden Erſcheinungen des Weltgebäudes, welches ſich der Beobachter als eine ſein Auge umgebende Sphäre oder Kugel vorſtellt; die theoriſche (von Theorie oder ſpeculativem Nachdenken über die Erſcheinungen benannt) ſucht daraus die wahren Bewegungen der Weltkörper und deren Geſetze herzuleiten; die **phyſiſche** lehrt die Urſachen dieſer Bewegungen, oder die

Kräfte kennen, mit welchen die Weltkörper auf einander wirken. Die Ordnung dieſer drey Theile iſt dem Gange des menſchlichen Verſtandes bey der Entwicklung der aſtronomiſchen Wahrheiten gemäß, der mit Beobachtung des ſcheinbaren anfieng, dann zu Vermuthungen des wirklichen fortſchritt, und endlich, als dieſe zur höchſten Wahrſcheinlichkeit gebracht waren, auch zur Entdeckung der Urſachen gelangte. Man könnte noch zween praktiſche Theile, die Anweiſungen zu aſtronomiſchen Rechnungen und Beobachtungen (Aſtronomiam calculatoriam et obſervatoriam) hinzufügen.

Der Urſprung der Sternkunde iſt ohne Zweifel ins höchſte Alterthum zu ſetzen. Nichts konnte die Aufmerkſamkeit der erſten Erdbewohner mehr reizen, als der große Anblick und der regelmäßige Lauf der Sonne, des Monds und der Geſtirne: es war ſogar nothwendig für ſie, die zu ihren Beſchäftigungen ſchicklichen Zeiten nach dem Laufe der Himmelskörper zu ordnen. Daher enthalten auch die Geſchichtbücher und Denkmäler der älteſten Völker von den dunkelſten Zeiten des Alterthums her Beziehungen auf Kenntniſſe des Himmels. Montucla (Hiſt. des mathematiques. Paris 1758. 4), Goguet (Urſprung der Geſetze, Künſte und Wiſſ.; aus dem Franz. v. Hamberger, Lemgo 1760. III. B. 4.) und Bailly (Geſch. der Sternk. des Alterthums; aus d. Franz. von Wünſch, Leipz. 1777. 8.) haben dergleichen geſammelt, und der letztere ſucht daraus das Reſultat zu ziehen, im entfernteſten Alterthume habe in den Gegenden der aſiatiſchen Tartarey ein Volk gelebt, deſſen Einſichten in den Wiſſenſchaften faſt den unſrigen gleich gekommen wären: dies Volk ſey untergegangen, aber die Bruchſtücke ſeiner Wiſſenſchaften ſeyen unter den uns bekannten älteſten Völkern erhalten worden. Dieſe mit Beleſenheit ausgeführte Hypotheſe möchte nach dem Urtheile der Kenner ſchwerlich mehr, als ein Spiel des Witzes seyn.

Unter den aſtronomiſchen Beobachtungen, von welchen ſich Nachrichten erhalten haben, ſind die älteſten ſine-

ſiſche. Die erſte, welche P. Martini (Hiſt. de la Chine. T. I. p. 51.) aus einer Schrift über das Sternbild Ee anführt (ſ. den Art. Aſpecten), betrift eine Zuſammenkunft von fünf Planeten im Jahre 2449, die zweyte eine Sonnenfinſterniß im J. 2155 vor C. G. Montucla und Bailly erklären aus triftigen Gründen beyde Nachrichten für ächt, führen auch außerdem noch Spuren einer höchſt alten Bekanntſchaft der Sineſer mit dem Himmel an. Die Chaldäer würden ſich faſt eben ſo alter Beobachtungen rühmen dürfen, wenn der Nachricht des Simplicius (Comm. in Ariſtotel. de coelo) zu glauben wäre, daß Ariſtoteles vom Calliſthenes eine Reihe chaldäiſcher Beobachtungen von 1903 Jahren her, erhalten habe. Aber die zuverläſſigen Beobachtungen dieſes Volks, die Ptolemäus (Almag. L. IV. c. 6.) anführt, und welche Mondfinſterniſſe betreffen, ſteigen nur bis zum Jahre 726 v. C. G. Die Egyptier hatten nach dem Zeugniß des Diogenes Laertius bereits vor den Zeiten Alexanders des Großen 373 Sonnen- und 832 Mondfinſterniſſe beobachtet, welches einen Zeitraum von 12 — 1300 Jahren vorausſetzt. Auch ſind die Seiten ihrer im höchſten Alterthum erbauten Pyramiden genau nach den vier Hauptgegenden gerichtet. Der Phönicier Schiffahrt und Aufmerkſamkeit auf den Polarſtern fällt in die älteſten Zeiten. Dies alles wird wenigſtens ſo viel erweiſen, daß das hohe Alterthum der Sternkunde durch die Denkmäler der Geſchichte vollkommen beſtätiget werde.

Es ſcheinen aber dieſe älteſten Kenntniſſe der Sternkunde kaum in etwas mehrerem, als in Aufmerkſamkeit auf den ſcheinbaren Himmelslauf, Erfindung der vornehmſten Kreiſe, Eintheilung der Sterne in Bilder und Wahrnehmung der Perioden, binnen welcher gewiſſe Himmelsbegebenheiten wiederkehren, beſtanden zu haben, welches alles man zur Eintheilung der Zeit ſo gut, als möglich, zu nützen ſuchte. Erſt unter den Griechen erhob ſich die Sternkunde ein wenig aus dieſem Zuſtande der erſten Kindheit. Thales und Pythagoras trugen die Kenntniſſe der Egyptier nach Griechenland über, pflanzten ſie in ihren

Schulen fort, und vermehrten ſie mit neuen Entdeckungen. Die Pythagoräer kannten und behaupteten ſchon die wahre Weltordnung (ſ. Weltſyſtem); Meton und Euctemon berichtigten den griechiſchen Kalender; Ariſtarch von Samos zeigte Mittel, die Entfernung der Sonne zu meſſen; Plato und Ariſtoteles waren zwar große Verehrer der Sternkunde, verlohren ſich aber zu ſehr in Speculationen, welche bey dem damaligen Mangel an Beobachtungen noch zu frühzeitig waren. Am meiſten haben zum Wachsthum der Sternkunde die Aſtronomen des Muſeum zu Alexandrien beygetragen. Dieſer berühmten Stiftung der Ptolemäer haben wir die Beobachtungen des Timocharis und Ariſtyllus, des Eratoſthenes, Conon u. a. nebſt den Entdeckungen des Hipparchus zu danken, welcher 140 Jahr v. C. G. aus Vergleichung alter und neuer Beobachtungen die Länge des Sonnenjahrs und die Ungleichheiten des Mondlaufs beſtimmte, das Vorrücken der Nachtgleichen und die Lage der Sonnenbahn entdeckte, auch die erſte Verfertigung eines Fixſternverzeichniſſes unternahm, auſus rem etiam Deo improbam annumerare poſteris ſtellas, coelo in hereditatem cunctis relicto, nach dem Ausdrucke des Plinius (Hiſt. nat. L. II. c. 26.). Zu dieſen Erweiterungen der Sternkunde ſetzten noch andere alexandriniſche Aſtronomen, vornehmlich Ptolemäus im zweyten Jahrh. n. C. G. die ihrigen hinzu. Dieſer große Sternkundige berichtigte Hipparchs Beſtimmungen durch Vergleichung mit neuern Beobachtungen, ſetzte eine Theorie der Planeten hinzu, beſtimmte die Ungleichheiten des Mondlaufs genauer, vermehrte das Verzeichniß der Fixſterne, und trug dies alles in ſein großes Werk (Μεγάλη Σύνταξις ſ. Conſtructio magna) in dreyzehn Büchern zuſammen, welchem die Araber, die es im Jahre 827 in ihre Sprache überſetzten, den Namen Almageſt beygelegt haben. Dieſes Werk iſt als eine vollſtändige Sammlung der alten aſtronomiſchen Kenntniſſe, Tafeln und Beobachtungen höchſt ſchätzbar; die theoriſchen Erklärungen aber beruhen auf der falſchen Hypotheſe der Alten, daß die Erde unbewegt im Mittel ſtehe; die da-

her den Namen der ptolemäiſchen Weltordnung erhalten hat.

Da die Römer für die Sternkunde nichts Erhebliches gethan haben, ſo finden ſich weitere Bemühungen um dieſe Wiſſenſchaft erſt vom neunten Jahrhundert nach C. G. an unter den Arabern oder Saracenen. Sie ſind aber nicht von großem Erfolg geweſen. Obgleich verſchiedene Califen, beſonders Almamon zu Bagdad, die Wiſſenſchaften eifrig unterſtützten, auch die arabiſchen Aſtronomen häufig griechiſche Werke in ihre Sprache überſetzten, commentirten, und hin und wieder durch Vergleichung mit neuern Beobachtungen zu berichtigen ſuchten; ſo vermiſchten ſie doch die Aſtronomie mit vielen willkührlichen Hypotheſen und aſtrologiſchen Thorheiten. Die Verfertigung der alphonſiniſchen Tafeln in der Mitte des dreyzehnten Jahrhunderts iſt die berühmteſte aſtronomiſche Unternehmung des mittlern Zeitalters; allein dieſe Tafeln wichen im Jahr 1660 für einige Planeten faſt um 2 Grad von dem wahren Himmelslauf ab. Inzwiſchen hat man den Arabern die Ueberlieferung der aſtronomiſchen Kenntniſſe an den Occident größtentheils zu verdanken, wovon die Menge der noch gebräuchlichen arabiſchen Kunſtworte ein deutlicher Beweis iſt.

Im funfzehnten Jahrhunderte ward das Studium der Sternkunde vorzüglich im Deutſchland durch Purbach und Regiomontan belebt, welche ſich um Rechnungen, Beobachtungen, Ephemeriden und Ausbreitung der griechiſchen Schriften unvergeßliche Verdienſte erworben haben. Im ſechszehnten Jahrhunderte ſtellte Copernikus das Anſehen der richtigern Weltordnung der Pythagoräer wieder her, welche über die Sternkunde ein ganz neues Licht zu verbreiten anfieng, ob ihr gleich die Urtheile der ſcholaſtiſchen Weltweiſen und die übeln Auslegungen einiger Stellen der heil. Schrift noch lange Zeit entgegenſtanden. Tycho de Brahe verbeſſerte in der letzten Helfte dieſes Zeitraums die Werkzeuge und Methoden der Beobachtung. Er ſammelte den Schatz von Beobachtungen, aus welchem im Anfange des ſiebzehnten Jahrhunderts

Kepler die wahren Geſetze des Planetenlaufs zog, und dadurch den Grund zur gehörigen Berichtigung der Tafeln und zu allen neuern Erweiterungen der theoriſchen Sternkunde legte.

Um eben dieſe Zeit (1610) gab die Erfindung des Fernrohrs dem Galilei Anlaß, in kurzer Zeit am geſtirnten Himmel die wichtigſten Entdeckungen zu machen, die dieſen großen Mann zu einer eifrigen Vertheidigung der copernikaniſchen Meynung veranlaßten, und ihn dadurch noch im hohen Alter bittern Kränkungen ausſetzten. Dennoch erhielt durch dieſe Entdeckungen, mit Keplers Sätzen verbunden, dieſe Meynung den vollkommenſten Sieg über alle Vorurtheile, und die folgenden Verbeſſerungen der Sternkunde ſetzen durchgängig die Wahrheit derſelben voraus. Die in der Mitte des vorigen Jahrhunderts in Frankreich und England geſtifteten gelehrten Geſellſchaften haben, unterſtützt durch die Regenten, mit unermüdetem Fleiße durch Unterſuchungen, Reiſen und Beobachtungen in allen Welttheilen die Sternkunde zu erweitern geſucht, und ihr eine neue von der ehemaligen ſehr vortheilhaft unterſchiedene Geſtalt gegeben. Newton legte endlich durch ſein Syſtem der allgemeinen Schwere den Grund zu der phyſiſchen Aſtronomie, worüber das Alterthum nur geträumt, Descartes aber durch ſeine Wirbel eine allen Geſetzen der Mechanik zuwiderlaufende Erklärung gegeben hatte. Newton zeigte zuerſt, daß die Mechanik des Himmels mit der Mechanik der Erdkörper völlig einerley ſey. Es iſt ein großer Triumph für ſeine Erfindungen, daß man nicht eher genaue Rechenſchaft von allen Ungleichheiten und Abweichungen des Himmelslaufs hat ablegen, und die Tafeln mit dem Himmel ſelbſt in Uebereinſtimmung bringen können, als bis man Newtons Theorie mit den feinern Beſtimmungen der neuern Beobachter und mit den Kunſtgriffen der höhern Analyſis verband. Durch dieſe Hülfsmittel hat Mayer in ſeinen vortreflichen Mondstafeln dem Monde ſeine Laufbahn beſtimmt vorgezeichnet, dem Monde, deſſen Lauf ſo verwickelt iſt, quae multiformi ambage torſerat animos con-

templantium, et, proximum ſidus ignorari maxime, indignantium (Plin. H. N. L. II. c. 9.). Auch die Tafeln der Hauptplaneten ſind erſt durch Berechnung der Störungen, die ihre gegenſeitige Einwirkung in einander veranlaſſet, zu ihrer gegenwärtigen Vollkommenheit gelanget.

In den neuſten Zeiten ſind dieſe wichtigen Erfindungen unſerer Vorgänger nicht allein mehr ausgebildet, geprüft und zum Gebrauch geſchickter gemacht, ſondern auch mit vielen neuen vermehrt worden. Die Beobachtungen der Durchgänge der Venus durch die Sonnenſcheibe in den Jahren 1761 und 1769 haben uns zu genauern Beſtimmungen der wahren Größen und Entfernungen der Körper des Sonnenſyſtems verholfen; durch die Entdeckung eines neuen Planeten (ſ. Uranus) ſind die bekannten Grenzen dieſes Syſtems erweitert worden, und aus den eignen Bewegungen der Fixſterne, auf welche die Aſtronomen jetzt vorzüglich aufmerkſam werden, hat man angefangen, eine fortdaurende Bewegung des ganzen Syſtems zu muthmaſſen, wodurch ſich Ausſichten in ein ganz neues Fach der Sternkunde eröffnen, in welchem vielleicht der Nachwelt bey mehrerer Verbeſſerung der optiſchen Werkzeuge und Verfeinerung der Beobachtungen noch viele unerwartete Entdeckungen vorbehalten ſind.

Die Sternkunde in ihrer jetzigen Geſtalt iſt theils in vollſtändigen Lehrbüchern, theils zu allgemeinerer Ausbreitung in kürzern und leichter geſchriebenen Einleitungen vorgetragen worden. Unter den erſtern nenne ich hier nur das vortrefliche Lehrbuch des Herrn **de la Lande** (Aſtronomie. Paris. To. I — III. 1771. To. IV. 1781. 4), unter den letztern **Schmid** (Von den Weltkörpern, zur gemeinnützigen Kenntniß der großen Werke Gottes, Leipz. 1772. 8.), **Bode** (Erläuterung der Sternkunde, Berlin 1778. gr. 8.) und **Wünſch** (Kosmologiſche Unterhaltungen, 1ſter Band, Leipzig 1778. 8.). Verzeichniſſe aſtronomiſcher Schriften liefern **Wolf** (Kurzer Unterricht von den vornehmſten math. Schriften, in ſ. Anfangsgründen der math. Wiſſ.), **Weidler** (Bibliographia aſtronomica, Viteb. 1755. 8.) und **Scheibel** (Einleitung in

die mathematiſche Bücherkenntniß, 13tes u. 14tes Stück. Breßlau 1784. 8.). Auch hat Herr Bernoulli (Recueil pour les aſtronomes. To. I — III. Berlin 1771 — 1776. Nouvelles litteraires. VI — Cahier. 1776 — 1779.) über die neuere aſtronomiſche Litteratur ſchätzbare Nachrichten mitgetheilt.

Die neuſten und beſten aſtronomiſchen Tafeln hat die königlich preußiſche Akademie der Wiſſenſchaften (Sammlung aſtronomiſcher Tafeln, Berlin 1776. III. B. gr. 8.) ſehr vollſtändig herausgegeben.

Ich halte für überflüßig, mich über das Lob und den Nutzen dieſer vortreflichen Wiſſenſchaft weitläuftig zu verbreiten. Ihr erhabner Gegenſtand darf nur genannt werden, um Empfindungen von Größe und Würde zu erregen, und die Begriffe, die ſie uns von dem Umfange der Welt und von der Macht, Weisheit und Güte ihres groſſen Urhebers giebt, müſſen auch Menſchen von ſonſt ſtumpfem Gefühl zur Bewunderung und Anbetung hinreißen. Ihr Nutzen für die menſchliche Geſellſchaft zur Eintheilung und Wahrnehmung der Zeit, zur Schiffahrt, Beſtimmung der Lage der Orte auf der Erde ꝛc. liegt am Tage. Ueberhaupt aber iſt die Kenntniß der wahren Verhältniſſe und Verbindungen, in welchen unſere kleine Erde mit dem großen Ganzen ſteht, dem aufgeklärtern Erdbewohner, wo nicht unentbehrlich, doch gewiß höchſt nützlich und anſtändig. Dieſe Kenntniß erhebt uns über manches, was das Herz ſonſt an die Erde feſſelt, und uns auf dieſem kleinen Planeten groß und wichtig däucht, und fängt vielleicht in uns eine Gedankenreihe an, deren Fortſetzung noch jenſeits des Grabes einen Theil unſerer Glückſeligkeit ausmachen kann.

Athmen, Athemholen. Reſpiratio, *Reſpiration.* Die zum Leben der Menſchen und Thiere nothwendige Bewegung, durch welche die Bruſt abwechſelnd erweitert und verengert wird, um Luft in die Lungen zu ziehen, und wieder aus denſelben herauszutreiben. Das Athmen beſteht aus zwoen entgegengeſetzten Bewegungen,

dem Einathmen (Inſpiratio) und dem Ausathmen (Exſpiratio). Bey jenem erweitert ſich die Bruſthöhle, und die äußere Luft dringt durch die Luftröhre in die Lungenbläschen ein; beym Ausathmen wird dieſe Luft größtentheils wieder herausgetrieben, und die Bruſthöhle zuſammengezogen.

Mit Uebergehung deſſen, was hiebey dem Anatomiker und Phyſiologen zu überlaſſen iſt, z. B. des von Boerhave zuerſt erklärten Mechanismus des Athmens ꝛc. wollen wir bloß einige Unterſuchungen berühren, in welche ſich der Naturforſcher, auch ohne Arzt zu ſeyn, einlaſſen kan.

Die Wirkungen der eingeathmeten atmoſphäriſchen Luft auf die Lungen und den thieriſchen Körper überhaupt, ſind: eine mechaniſche Verdünnung und Verfeinerung des Bluts, eine Ausführung überflüßiger oder ſchädlicher Theile, und die Unterhaltung der Wärme des Bluts.

Mechaniſch werden durch das Ein- und Ausathmen die Bläschen der Lungen abwechſelnd aufgeſchwellt und wieder zuſammengezogen, und daher die darüber hingehenden zarten Blutgefäße bald verlängert und geſpannt, bald wiederum nachgelaſſen. Dieſes immer fortgehende Abwechſeln der Verlängerung und Verkürzung muß nothwendig das darinn befindliche Blut feiner verarbeiten, ſeine Beſtandtheile inniger vermiſchen, das im Körper ſchon umgelaufene verbeſſern, und dem aus dem hinzukommenden Milchſafte neu entſtehenden die gehörige Vollkommenheit geben.

Daß ferner das Athmen etwas dem thieriſchen Leben Zuträgliches in den Körper bringe, und etwas Ueberflüßiges oder Schädliches herausführe, erhellet daraus, weil die ausgeathmete Luft von einer ganz andern Beſchaffenheit, als die eingeathmete, iſt. Es iſt eine längſt bekannte Erfahrung, daß Thiere in eingeſchloßner Luft nur eine Zeitlang athmen können, daß ſie darinn nach einer gewiſſen Anzahl von Athemzügen endlich mit Verzuckungen ſterben, und daß in ſolcher durch das Athemholen eines darinn geſtorbenen Thieres verdorbner Luft, andere Thiere oft augenblicklich und auf den erſten Athemzug ſterben. Eben dies wi-

derfährt dem Menſchen, und es haben davon die in Bengalen in die ſogenannte **ſchwarze Höhle** geſperrten 146 Engländer (ſ. **Ives** Reiſen nach Indien und Perſien, überſ. von **Dohm.** Th. I. S. 162.), von welchen in dieſem 11 Fuß langen und 18 Fuß breiten Gefängniſſe in einer Nacht 123 ſtarben, ein trauriges Beyſpiel gegeben. Man erklärte dies ſonſt durch ein gewiſſes in der Luft enthaltenes *pabulum vitae*, welches ihr durch das Athmen nach und nach entzogen würde. Da aber nach **Prieſtley's** Beobachtungen (Exp. and Obſ. on diff. kinds of air. Vol. I. Sect. 4. III. Sect. 5. ingl. Exp. and Obſ. relating to various branches of nat. Philoſ. Sect. XXXIX. no. 9.) Verbrennung, Fäulniß, Verkalkung der Metalle, und andere Proceſſe, wobey ſich offenbar Phlogiſton oder brennbarer Stoff mit der Luft verbindet, die Luft gerade eben ſo, wie das Athmen, verderben, ſo iſt es weit wahrſcheinlicher, daß die ausgeathmete Luft das überflüßige **Phlogiſton** aus dem Körper führe; daher auch die durchs Athmen verdorbene Luft unter die **phlogiſtiſirten** Luftgattungen oder Gasarten geſetzt worden iſt. Dieſer Theorie zufolge beſteht die aus der Atmoſphäre eingeathmete Luft aus einem Gemiſche verſchiedener luftförmigen Stoffe, von welchen eigentlich nur einer, die ſogenannte **reine Luft** oder das **dephlogiſtiſirte Gas** den zum Athmen geſchickten Theil ausmacht. Dieſe reine Luft ſteht mit dem Phlogiſton in einer genauen Verwandtſchaft, und nimmt daher in den Lungen den brennbaren Stoff auf, den das aus allen Theilen des Körpers dahin zurückgeführte Blut mit ſich gebracht hat, und die große Abſicht der Natur bey der Verrichtung des Athmens iſt, den thieriſchen Körper von dem Ueberfluſſe des durch die Nahrungsmittel eingeführten Brennbaren zu befreyen, das ihn ſonſt tödten und in Fäulniß übergehen laſſen würde.

Prieſtley ſucht dieſe Theorie durch einige Verſuche zu beſtätigen, welche angeführt zu werden verdienen. „Alles Blut, ſagt er, geht durch die Lungen, und nimmt nach den Beobachtungen der Aerzte in denſelben eine röthere Farbe an. Es kan daher faſt nicht bezweifelt werden,

daß die ausgeathmete Luft durch das **Blut** in den Lungen phlogiſtiſiret werde. Inzwiſchen ſchien es mir dienlich, durch einen Verſuch zu beſtimmen, ob das Blut auch noch außer dem Körper und im Zuſtande der Gerinnung eine ähnliche Wirkung auf die Luft äußere. Ich ließ daher Schafblut an der Luft gerinnen, goß das Wäſſerige davon ab (wobey die der Luft ausgeſetzte Oberfläche bekanntermaßen eine hellrothe Farbe annimmt, das innere hingegen dunkelroth und faſt ſchwarz wird), und brachte einige von den dicken geronnenen Stücken, theils durch Waſſer, theils durch Queckſilber in verſchiedene Luftgattungen. Die ſchwärzeſten Stücken wurden in gemeiner Luft roth, und noch mehr in dephlogiſtiſirter, welche zum Athmen noch geſchickter iſt; hingegen wurden die hellſten rothen Theile in allen zum Athmen ungeſchickten Luftgattungen, z. B. in fixer, brennbarer, ſalpeterartiger, phlogiſtiſirter Luft ſogleich ſchwarz; die in phlogiſtiſirter Luft ſchwarz gewordenen erhielten in gemeiner oder dephlogiſtiſirter Luft ihre rothe Farbe wieder, und ſo konnte ich ſie abwechſelnd ſchwarz und roth färben.“ Fernere Verſuche lehrten, daß dephlogiſtiſirte Luft durch geronnene Stücken Blut, die er ihr ausgeſetzt hatte, in einigen Stunden, auch durch ſchwarze mehr, als durch rothe, verdorben ward. **Prieſtley** macht ſich ſelbſt die Einwendung, das Blut komme in den Lungen nicht in unmittelbare Berührung mit der Luft, ſondern werde durch Häutchen von derſelben getrennt, deren Dicke **Hales** $\frac{1}{1000}$ Zoll ſchätze. Er ſetzte daher eine Menge ſchwarzes Blut in einer zugebundenen Blaſe, mit etwas von dem wäſſerigen Theile des Bluts angefeuchtet, der Luft aus, und fand den folgenden Tag die untere Fläche deſſelben hellroth, in eben der Dicke, in welcher ſie, unmittelbar der freyen Luft ausgeſetzt, würde roth geworden ſeyn. Dieſer Verſuch, der auch bey nicht angefeuchteter Blaſe gelang, zeigte, daß das Dazwiſchenkommen eines Häutchens die Einwirkung nicht hindere, auch, daß die Veränderung der Farbe nicht von der Ausdünſtung herrühre. Der wäſſerige Theil des Bluts ſelbſt hält die Einwirkung der Luft nicht ab; die ſchwarzen Stücke

wurden roth, wenn ſie gleich einige Zoll hoch mit dieſem Serum bedeckt waren. Und daß nicht etwa das Serum ſelbſt dieſe Färbung bewirke, ward dadurch erwieſen, daß ſchwarzes Blut, einen halben Zoll hoch mit Serum bedeckt, unter der ausgeleerten Glocke der Luftpumpe ſchwarz blieb, ob es gleich eine ganze Nacht geſtanden hatte, an freyer Luft aber unter übrigens ähnlichen Umſtänden, bald roth ward, woraus er ſchließt, daß die Blutkügelchen durch die Flüßigkeit, in welcher ſie ſchwimmen, nicht verhindert werden, ihr Phlogiſton an die Luft abzugeben.

Dieſer Prieſtleyſchen Theorie des Athmens iſt inzwiſchen diejenige, welche Herr **Scheele** (Chemiſche Abhdl. von Luft und Feuer, von Hrn. **Leonhardi**. Leipz. 1782. 8.) vorgetragen hat, gerade entgegengeſetzt. Nach der Meynung dieſes großen Chymiſten iſt ſeine Feuerluft (eben dieſelbe, welche Prieſtley dephlogiſtiſirte nennt) eine mit Brennbarem geſättigte und verſüßte Luftſäure, und die reine Luft ſoll das Blut nicht des Brennbaren berauben, ſondern vielmehr mit mehrerem Brennbaren verſehen, und es dadurch flüßiger, beweglicher und röther machen. Durch die Abſetzung eines Theils vom Brennbaren ſoll ſich die Feuerluft in **verdorbene Luft** verwandeln, dergleichen die ausgeathmete iſt. **Scheele** läßt es übrigens ganz unausgemacht, wohin das viele Phlogiſton komme, welches auf dieſe Art dem Körper durch die Feuerluft unaufhörlich müßte zugeführt werden. Er gründet ſeine Behauptung auf Ideen, welche mit ſeinem ganzen Syſtem über Feuer, Luft und Verbrennung ſo genau zuſammenhängen, daß ſie ohne Weitläuftigkeit hier nicht beygebracht werden können, die ich daher den Artikeln: **Feuer, Gas, Phlogiſton,** vorbehalte. Uebrigens beruft ſich **Scheele** auf einen von ihm angeſtellten Verſuch, wobey es ihm gelungen, ſelbſt brennbare Luft durch wiederholtes Ein- und Ausathmen derſelben in verdorbne Luft zu verwandeln, und ihr ihre brennbare Eigenſchaft zu benehmen. Dieſes ſtreitet aber völlig mit den ſorgfältig angeſtellten Verſuchen des **Fontana** (Phil. Trans, Vol. LXIX. P. II. no. 24.), welcher das Athmen der brennbaren Luft für die Thiere ohne Aus-

nahme tödtlich fand, auch ſelbſt ſie nicht mehr, als höchſtens eilfmal, athmen, und nach dem Athmen noch immer, ſelbſt dicht vor ſeinem Munde, entzünden konnte.

Die ſinnreiche Erklärung, welche Crawford (Experiments and obſervations on animal heat, and the inflammation of combuſtible bodies, London. 1779. 8.) von der thieriſchen Wärme und der Verbrennung gegeben hat, ſtimmt nicht nur mit Prieſtleys Behauptungen beſſer überein, ſondern giebt auch zugleich von der durchs Athmen erzeugten und unterhaltenen Wärme des Bluts im thieriſchen Körper auf eine ſehr ungezwungene Art Rechenſchaft. Nach ſeiner Meynung ſind Feuer und Phlogiſton zween beſondere einander ganz entgegengeſetzte Stoffe. Das Feuer iſt entweder frey, wirkt dann aufs Gefühl und aufs Thermometer, und verurſacht fühlbare Wärme; oder es iſt gebunden, und macht einen Beſtandtheil der Körper ſelbſt aus (ſ. Feuer). Wird mit einem Körper mehr Phlogiſton verbunden, ſo wird dadurch ein verhältnißmäſſiger Theil ſeines Feuers frey. Wird ihm Phlogiſton entzogen, ſo bindet er dagegen mehr Feuer, das er aus den ihn berührenden Körpern an ſich nimmt. Crawford nennt ferner die Fähigkeit, Wärme anzunehmen oder mitzutheilen, ſpecifiſche Wärme, deren jeder Körper deſto mehr hat, je weniger Phlogiſton in ſeiner Miſchung enthalten iſt. Seine Methode, die ſpecifiſche Wärme der Körper zu beſtimmen, ſ. unter dem Art. Wärme, ſpecifiſche. Nach Crawfords Verſuchen nun hat das flüßigere und röthere Blut der Pulsadern, welches in den Lungen der Wirkung der eingeathmeten Luft ausgeſetzt geweſen iſt, in dem Verhältniſſe 23 : 20 mehr ſpecifiſche Wärme, und enthält daher weniger Phlogiſton, als das durch den Umlauf im Körper wieder geänderte dickere und ſchwärzere Blut der Blutadern. Dagegen hat die ausgeathmete Luft 67 mal weniger ſpecifiſche Wärme, als die eingeathmete atmoſphäriſche, woraus denn folgt, daß die ausgeathmete weit mehr Phlogiſton enthalten und alſo den brennbaren Stoff aus dem Körper ausführen müſſe.

Die dritte Wirkung des Athemholens iſt die Erzeugung und Unterhaltung der Wärme des thieriſchen Körpers, ſ. **Wärme, thieriſche**. Es iſt längſt beobachtet worden, daß alle Thiere, welche vermittelſt vollkommner Lungen athmen, und die Luft in Menge in ſich ziehen, warmes Blut, und daher weit mehr innere Wärme haben, als ihnen die Temperatur der ſie umgebenden Luft mittheilen könnte. Diejenigen Thiere hingegen, welchen die Lungen fehlen, ſind nicht wärmer, als das Mittel, in welchem ſie leben. Die Vögel, als die wärmſten Thiere, haben in Vergleichung mit der Größe ihres Körpers die größten Lungen. Je ſchneller man athmet, und je mehr Luft man alſo in einer beſtimmten Zeit einziehet, deſto mehr wird das Blut erwärmt; daher kömmt die Erhitzung deſſelben durch Bewegung und durch alles, was das Athmen beſchleuniget.

Dies erklärt **Crawfords** eben angeführte Theorie auf eine ſehr leichte Art. Indem nemlich die reine oder zum Athmen taugliche Luft das Phlogiſton des Bluts in den Lungen an ſich nimmt, wird ihr Vermögen, Feuer zu enthalten oder zu binden, vermindert, und durch das Freywerden ihres Feuers entſteht fühlbare Wärme. Beym Umlaufe durch den Körper theilt das Blut dieſe fühlbare Wärme den Theilen des Körpers mit, verliert zugleich einen Theil des in ihm gebundenen Feuers, und nimmt dafür Phlogiſton aus dem Körper an ſich. So entſteht ein beſtändiger Kreislauf, der einer wechſelſeitigen chemiſchen Anziehung gleichet. Daß der ausgeathmete Hauch wärmer iſt, als die äußere Luft, iſt dagegen keine Einwendung; ſeine **fühlbare** Wärme kömmt bloß von dem zugleich ausgehenden **freyen** Feuer her, und iſt vielmehr ein Zeichen, daß er weniger Feuer **binde**, als die äußere Luft. Ausführlicher wird ſich von dieſer Wirkung des Athmens unter dem Worte: **Wärme, thieriſche**, ſprechen laſſen.

Dies ſind die neuſten Theorien über die Wirkungen des Athmens. Die Aerzte haben hierüber ſehr verſchieden gedacht. **Hippocrates**, **Ariſtoteles** und **Galen** ließen die eingeathmete Luft in das Blut und die Säfte über-

gehen, die Lebenskraft in denſelben unterhalten und das Herz bewegen. Den Urſprung der thieriſchen Wärme leiteten ſie vom Herzen her, in welchem ſie ein Lebensfeuer (*ignem vitalem*) annahmen, und glaubten, dieſes Feuers übermäßige Hitze werde durch das Einathmen der friſchen Luft abgekühlt und durchs Ausathmen ſein Dampf abgeführt (Galen. de uſu partium. L. VII. c. 9. de util. reſpir. c. 3.). Auch neuere Aerzte haben einen Uebergang der Luft in elaſtiſcher Geſtalt in das Blut angenommen, und daraus die Flüßigkeit, innere Bewegung, Wärme, Dünne, ja ſogar den Umlauf deſſelben im Körper herleiten wollen. **Van Helmont** glaubte, die Luft bringe die Lebensgeiſter in den Körper; welcher Meynung ſelbſt **Boerhave**, **Mead** und **Sauvage** unter gewiſſen Einſchränkungen den Beyfall nicht verſagen; andere haben durch die Luft ein ſalziges oder nitröſes Principium in den Körper bringen wollen. Auch die Meynung der Alten von der Abkühlung der innern Wärme durch die eingeathmete Luft iſt von vielen neuern Aerzten angenommen worden; einige haben noch hinzugeſetzt, das dünnere Blut der Blutadern werde durch dieſe Abkühlungen verdichtet. Beyde Behauptungen widerlegt **Haller** (De partium corp. hum. fabrica et funct. L. VIII. Sect. 5. §. 16. 17.), der übrigens annimmt, es komme Luft zur Miſchung des Bluts, und beym Ausathmen werden flüchtige, ſalzige, faule Ausdünſtungen, auch Phlogiſton ausgeführt. Den Gedanken, daß die Wärme des Bluts durch Athmen entſtehe, äußert **Stahl** (Theor. medic. p. 288.) mit der Bemerkung, daß er ihm ſchon ſeit dem Jahre 1684 eigenthümlich zugehöre. Auch **Boerhave**, **Hales** und **Arbuthnot** glauben, das Blut werde in den Lungen durch das Athmen verdichtet und erwärmt; **Buffon** nimmt die Lungen für das Gebläſe an, das zur Belebung des Lebensfeuers diene. **Prieſtley** ſchloß aus der Aehnlichkeit der durchs Athmen verdorbenen Luft mit der durch Verbrennung und Fäulniß verdorbenen, daß das Athmen Phlogiſton aus dem Körper führe, faſt zu eben der Zeit, da **Scheele** gefunden zu haben glaubte, daß ſie brennbaren

Stoff hineinbringe. Prieſtleys und Crawfords Meynungen haben vor den älteren wenigſtens das voraus, daß ſie ſich mehr auf Experimentaluntersuchung gründen.

Gewöhnlich athmet der Menſch während 4—5 Pulsſchlägen einmal, d. i. in einer Minute 20mal, da die mittlere Anzahl der Pulsſchläge in einer Minute 80 iſt. Man kan rechnen daß ein geſunder Mann von gewöhnlicher Größe auf einmal dreyßig Cubikzoll Luft einathme. Beym Ausathmen bleibt viel Luft in den Lungen, der Luftröhre und dem Munde zurück. Bey einem ſtarken Ausathmen können vielleicht nach einem natürlichen Einathmen 60 Cubikzoll ausgeſtoßen werden. Durch Beſchleunigung des Pulſes, Bewegung, Lungenkrankheiten, Unreinigkeit oder Verdünnung der Luft wird das Athmen beſchleuniget. Thiere athmen in eingeſchloßner oder verdünnter Luft immer ſchneller und ſtärker.

Ueber die Beſchaffenheit der ausgeathmeten Luft kan der Artikel: **Gas, phlogiſticirtes**, und über die Mittel, wodurch die Natur die durchs Athmen verdorbene Luft der Atmoſphäre wieder verbeſſert, der Artikel: **Gas, atmoſphäriſches**, nachgeſehen werden.

Haller de part. corp. humani fabrica et funct. edit. Bernae et Lauſannae. To. VII. 1778. 8. Lib. VIII. *Tib. Cavallo* treatiſe on the nature and properties of air. London 1771. gr. 4. p. 376. ſq.

Atmometer, Atmidometer, Ausdünſtungsmaaß; Atmometrum, *Atmométre*. Eine Vorrichtung, wodurch ſich die Größe der Ausdünſtung beſtimmen läſt.

Man kan bey den Beobachtungen über die Größe der Ausdünſtung zweyerley Abſichten haben; entweder wünſcht man die abſolute Menge der in verſchiedenen Jahreszeiten oder Jahren aus den Gewäſſern aufſteigenden Dünſte zu kennen, oder man will nur für einen gegebenen Augenblick die auflöſende Kraft der Luft beſtimmen. Jede Abſicht erfordert eine eigne Einrichtung des Werkzeugs.

Zu der erſten Abſicht iſt es hinreichend, ein Gefäß mit Waſſer der Luft eine beſtimmte Zeit lang auszuſetzen, und den Verluſt, den es dieſe Zeit über durch die Aus-

dünſtung erlitten hat, durch Abwägen oder Ausmeſſen zu beſtimmen. Auf dieſe Art haben Muſſchenbroek (Tentamina experimentorum capt. in academ. del Cimento. To. II. p. 62.), Richmann (Comm. Petropol. To. XIV. p. 273. Nov. Comm. Petropol. To. I. p. 198. To. II. p. 145.), Wallerius (Schwed. Abhdl. 1746. S. 3. 1747. S. 235.) und Lambert (Eſſai d'hygrométrie. Mém. de l'Acad. de Pruſſe. 1769. p. 68. 1772. p. 65. Hygrometrie, aus dem Franzöſ. überſ. Augsb. 1774. Fortſetzung, Augsb. 1775. 8.) die Größe der Ausdünſtung unterſucht. Muſſchenbroek brauchte bleyerne Gefäße von ſechs Zollen ins Gevierte, fand die Ausdünſtung aus einem ſolchen Gefäße von 12 Zoll Höhe ſtärker, als aus einem von 6 Zoll Höhe, und glaubte endlich daraus das Reſultat ziehen zu können, daß ſich unter übrigens gleichen Umſtänden die Größen der Ausdünſtung, wie die Cubikwurzeln aus der Höhe der Gefäße verhielten, wenn er die Verſuche im Freyen anſtellte; auf ſeinem Zimmer hingegen konnte er zwiſchen der Größe der Ausdünſtung aus hohen und niedrigen Gefäßen nie einen merklichen Unterſchied finden. Richmann fand ebenfalls die Ausdünſtung aus tiefern Gefäßen ſtärker, und erklärt dies dadurch, daß die Ausdünſtung von dem Unterſchiede der Temperaturen des Waſſers und der Luft abhänge, und dieſer Unterſchied in tiefern Gefäßen größer und dauerhafter ſey, weil ſie die Temperatur der umliegenden Luft nicht ſo ſchnell annehmen. Hieraus erhellet auch, warum Muſſchenbroek dieſen Unterſchied nur im Freyen, nicht auf ſeinem Zimmer, fand, weil ſich da die Temperatur nur ſehr wenig und langſam änderte. Wallerius fand die Ausdünſtung aus hohen und niedrigen Gefäßen gleich ſtark, wenn er beyderley Gefäße in Thon verſenkte, und dadurch beſtändig in einerley Temperatur erhielt. In Lamberts Verſuchen iſt dieſer Unterſchied zwiſchen der Größe der Ausdünſtung aus hohen und niedrigen Gefäßen gar nicht anzutreffen; in des P. Cotte Verſuchen (Journal de phyſique, Oct. 1781.) aber zeigt er ſich wieder; cubiſche Gefäße von verſchiedenen Größen dünſteten in ganz verſchiedenen Verhältniſſen

aus. Aus dieſem Grunde müſte man ſich wohl bey dergleichen Beobachtungen darüber vereinigen, überall Gefäße von gleicher Geſtalt und Größe zu gebrauchen. Auch dünſtet nach **Sauſſure** (Eſſais ſur l' hygrométrie. Neufchatel. 1783. 8. §. 243.) ein Quadratſchuh Waſſerfläche ſtärker aus, wenn er auf einem dürren Boden ſteht, als wenn er mitten in einen Teich, oder See geſetzt wird; weil in jenem Falle die auf ihn wirkende Luft trockner iſt, und mehr Waſſer auflöſet. Daher müſte man, um die wahre Größe der Ausdünſtung der Gewäſſer zu finden, ein ſolches zum Atmometer beſtimmtes Gefäß mitten aufs Waſſer ſetzen, ſo daß das Waſſer in demſelben mit dem äußern Waſſer in einerley Horizontalebne ſtünde; auch müſte es eben ſo, wie die ausdünſtenden Gewäſſer ſelbſt, der Sonne, der Luft und dem Winde ausgeſetzt ſeyn. Man müſte auch ein Hyetometer oder Regenmaaß dabey haben, um die Menge des etwa aufs Gefäß gefallnen Regens beſtimmen und abziehen zu können. Endlich hat **Richmann** (Comm. Petrop. To. XIV. p. 273. ſq.) vorgeſchlagen, das Atmometer mit einem größern von oben bedeckten und mit Waſſer gefüllten Gefäße in Communication zu ſetzen, damit die Höhe des Waſſers im Atmometer ſelbſt weder durch die Ausdünſtung merklich vermindert, noch durch den Regen vermehrt werden möge.

Will man aber die Größe der Ausdünſtung für einen beſtimmten kleinern Zeitraum kennen, wobey es auf genaue Abwägung eines kleinen Verluſtes ankömmt, ſo kann man ſich eines kleinen und leichten Gefäßes bedienen, das der Luft viel Oberfläche darbietet und an eine ſehr genaue und empfindliche Wage gehangen werden kan. Sollen dergleichen Werkzeuge unter einander verglichen werden können, um daraus Folgerungen über die verhältnißmäſſige Ausdünſtung an verſchiednen Orten herzuleiten, ſo müſſen die Gefäße von einerley Geſtalt, Größe und Materie ſeyn, Waſſer von gleicher Reinigkeit enthalten, und, ſo viel möglich, in gleiche Stellungen gebracht werden. Ein Werkzeug zu feinern Verſuchen dieſer Art beſchreibt **Richmann** (Atmometri ſ. machinae hydroſtaticae con-

ſtructio, in Nov. Comm. Petrop. To. II. p. 121.). Er beſtimmt es eigentlich zu Abmeſſung der Ausdünſtungen des Waſſers von verſchiedener Temperatur. Es beſteht aus drey cylindriſchen Gefäßen von Blech. Das weitſte und tiefſte derſelben wird mit Waſſer gefüllt. In dieſem Waſſer ſchwimmt das zweyte etwas kleinere Gefäß, welches leer bleibt, und ganz verſchloſſen iſt; damit es nicht ſchief ſchwimme, ſtehen Stäbe mit Rollen zur Seite, zwiſchen denen es frey auf- und abſteigen, aber nicht ſeitwärts weichen kan. Das erſte mit Waſſer gefüllte Gefäß iſt auch verſchloſſen, aber in ſeinem Deckel ſind drey Löcher. Durch dieſe gehen drey metallne Füße, welche auf dem ſchwimmenden leeren Gefäße aufſtehen und das dritte offne Gefäß tragen, welches mit dem ausdünſtenden Waſſer angefüllt iſt. So, wie nun etwas von dieſem Waſſer ausdünſtet, und das Gefäß dadurch leichter wird, drückt es weniger auf das ſchwimmende Gefäß, das letztere hebt ſich daher im Waſſer höher, und die Füße, die ſich in den Löchern des Deckels frey bewegen können, treten mehr heraus, heben alſo das obere Gefäß, welches eine an ihm befeſtigte Scale an einem Zeiger hinführt, und dadurch die Größe der Hebung anzeigt. Wie viel Gran jeder Theil der Scale gelte, kan man durch hineingeworfene Gewichte leicht vorher ausmachen, und ſo durch die Scale die Größe der Ausdünſtung bis auf die feinſten Theile abmeſſen. Taf. II. Fig. 25. iſt ein Entwurf von den weſentlichſten Theilen dieſes Atmometers.

Nach **de Sauſſure's** Anzeige hat **Moſcati** in Mayland neuerlich eine andere zugleich bequemere und genauere Einrichtung dieſes Werkzeugs vorgeſchlagen.

de Sauſſure Eſſais ſur l'hygrométrie. §. 244-50.

Atmoſphäre, Atmoſphaera, *Atmoſphère.* Dieſer urſprunglich ſo viel, als **Dunſtkugel,** bedeutende Name iſt zwar anfänglich bloß von der um unſere Erde verſammelten Luft, dem Luftkreiſe, gebraucht worden, wird aber jetzt im Allgemeinen allen Anhäufungen eines feinen elaſtiſchen flüßigen Weſens beygelegt, welche einen

Körper von allen Seiten umgeben, und ſich mit ihm fortbewegen, ſo wie der Luftkreis die Erde umringt und mit ihr bewegt wird.

Viele Naturforſcher nehmen um alle Körper Atmoſphären an, oder glauben, daß der im Weltraume verbreitete Aether ſich in der Nähe eines jeden Körpers verdichte, und eine Atmoſphäre um ihn bilde, woraus ſie nebſt andern Erſcheinungen auch die Beugung der Lichtſtralen erklären, ſ. **Beugung des Lichts**. Da dies bloß hypothetiſch iſt, ſo bleibe ich hier nur bey den Atmoſphären der Erde, der Sonne und des Monds ſtehen.

Atmoſphäre der Erde, ſ. **Luftkreis**.

Atmoſphäre der Sonne, Atmoſphaera ſolaris, *Atmoſphère ſolaire*. Eine feine um die Sonne verbreitete und gegen dieſelbe gravitirende Materie, welche ſich uns unter der Geſtalt des **Zodiakallichts** zeiget, ſ. **Thierkreislicht**.

Die Alten, welche die Sonne für das reinſte und unverderblichſte Weſen hielten, konnten dem Gedanken von einem Dunſte um dieſelbe nicht Raum geben. **Kepler** (Epit. aſtron. Copernic. L. VI. p. 595.), wo er erklärt, warum die totalen Sonnenfinſterniſſe nicht eine völlige Nacht machen, redet von einer ſubſtantia craſſa circa ſolem, non hic in noſtro aëre, ſed in ipſa ſede ſolis. **Caſſini** aber, der das Thierkreislicht im Jahre 1683 entdeckte, nahm keinen Anſtand, es für die vom weiten erblickte Atmoſphäre der Sonne zu erklären (Découverte de la lumiére celeſte, qui paroiſt dans le zodiaque, in den anciens Mém. To. VII.). **Mairan** (Traité de l'aurore boreale. Paris 1733. 4. ſec. edit. 1754. gr. 4.) hat ſehr ausführlich von dieſer Sonnenatmoſphäre gehandelt, und ihr Daſeyn wird jetzt von keinem Aſtronomen mehr in Zweifel gezogen.

Aus welcher Materie ſie beſtehe, ob dieſe Materie ein Ausfluß aus der Sonne, oder eine Sammlung von heterogenen aus dem Aether gegen die Sonne gefallenen Theilen ſey, darüber können wir nicht entſcheiden. Wir ſehen

nur, daß ſie leuchtet und durchſichtig iſt; ihr Licht kan entweder ihr eigen ſeyn, oder davon herkommen, daß ihre Theilchen einen Theil des Sonnenlichts zurückwerfen.

Die Geſtalt der Sonnenatmoſphäre muß, den Erſcheinungen des Thierkreislichts zufolge, ein ſehr abgeplattetes Sphäroid ſeyn, oder einer auf beyden Seiten erhabnen Glaslinſe gleichen. Wir ſehen das Thierkreislicht ſtets unter der Geſtalt eines zugeſpitzten Streifens, wie etwa ACB Taf. II. Fig. 26. (*fuſeau*), und es giebt keinen runden Körper, der ſo erſchiene, als das linſenförmige Sphäroid, wenn es aus der Ebne ſeines größten Kreiſes betrachtet wird. Nach Caſſini Beobachtungen iſt dieſe Ebne die Ebne des Sonnenäquators, oder der Umdrehung der Sonne um ihre Axe, gegen welche, wie die Beobachtungen der Sonnenflecken längſt gelehrt haben, die Ebne der Erdbahn unter einem Winkel von 7½ Grad geneigt iſt. Sehr wahrſcheinlich wird alſo die ſtarke Abplattung der Sonnenatmoſphäre durch die Umwälzung der Sonne um ihre Axe eben ſo verurſacht, wie die Abplattung der Erde ſelbſt und ihres Luftkreiſes durch die tägliche Umdrehung der Erde veranlaſſet wird; und die Stärke dieſer Abplattung zeigt eine ungemeine Feinheit und Leichtigkeit der Materie des Thierkreislichts an. Da die Erdbahn mit der Ebne des Sonnenäquators nur einen ſehr kleinen Winkel macht, ſo können wir nie in Lagen kommen, in welchen uns dieſes Sphäroid anders, als in der Form einer zugeſpitzten Säule erſchiene; da es ſonſt, aus einem Punkte in der Axe geſehen, als ein Kreis um die Sonne erſcheinen müſte.

Wie weit ſich dieſe Sonnenatmoſphäre erſtrecke, kan aus der Weite geſchloſſen werden, um welche die Spitze des Thierkreislichts von dem ſcheinbaren Orte der Sonne abſteht. Beträgt dieſe Weite 90°, ſo muß ſich die Sonnenatmoſphäre bis an die Erdbahn erſtrecken; beträgt ſie noch mehr, ſo muß die letztere ſogar bis über die Erdbahn hinausgehen. Da man nun die gedachte Weite bisweilen 93, 95, 100 Grad gefunden hat, ſo läßt ſich hieraus folgern, daß der Umfang der Sonnenatmoſphäre ſich zu

manchen Zeiten bis über die Erdbahn hinaus erſtrecke. Wenn zu ſolchen Zeiten die Erde gerade in einem der Punkte iſt, in welchen ſich die Ebne des Sonnenäquators mit der Erdbahn durchſchneidet, ſo kömmt ſie in die Sonnenatmoſphäre ſelbſt, und wird gleichſam in dieſelbe verſenkt. Herr von **Mairan** hat hieraus eine ſehr ſinnreiche Erklärung der Phänomene des Nordlichts hergeleitet, ſ. **Nordlicht**.

Atmoſphäre des Monds, Atmoſphaera lunaris, *Atmoſphère lunaire.* Nach der Meynung einiger Aſtronomen ſoll auch der Mond mit einer dichtern Materie oder Dunſtkugel umgeben ſeyn. Allein die Erfahrungen, welche man hierüber anführt, laſſen ſich auch anders erklären.

Schon **Plutarch** (Lib. de facie lunae, Op. Plut. ex edit. Xylandri 1620. fol. To. II. p. 939.) gedenkt einer Mondluft. Die neuern Aſtronomen hat wahrſcheinlich der Gedanke, daß der Mond bewohnt ſey, die Bewohner aber, wie wir, einer Luft bedürfen, zur Annehmung einer Mondsatmoſphäre veranlaſſet. Daher iſt ihr Daſeyn von **Galilei**, **Kepler**, **Scheiner**, **Hevel**, und in dieſem Jahrhunderte von **Wolf**, **Mairan**, **Bianchini**, **Fontenelle** u. a. angenommen und vertheidiget, von andern Sternkundigen hingegen, z. B. **Huygens**, **Caſſini**, **Gregory**, **de la Hire**, **de l'Isle**, **Tob. Mayer**, geläugnet worden.

Man hat für das Daſeyn einer Atmoſphäre des Monds den hellen concentriſchen Ring, der ſich bey gänzlichen Sonnenfinſterniſſen um den Mond zeigt, und die längliche Geſtalt der Planeten, wenn ſie nahe am Mondrande geſehen werden, anführen wollen. Andere haben ſich auf ein beobachtetes Zittern des Sonnenlichtes beym Ein- und Austritte der Mondſcheibe in daſſelbe, auf eine unregelmäßige Bewegung der Fixſterne bey dem Anrücken des Mondrandes gegen dieſelben, auf die bald größere bald geringere Deutlichkeit der Mondflecken, auf den im dunkeln Theile des Mondflecken Plato bemerkten hellen

Streif, auf die Veränderlichkeit des Monddurchmeſſers bey Sonnenfinſterniſſen u. dgl. berufen. Einiger dieſer Gründe bedient ſich **Wolf** (Elem. Aſtron.), um die höchſte Aehnlichkeit zwiſchen Erd- und Mondluft zu erweiſen, die er ſo weit treibt, daß er es im Monde ſogar, wie bey uns, regnen, hageln, ſchneyen und reifen läſt. **Halley** (Philoſ. Trans. no. 343.) und **Louville** (Hiſt. de l' acad. roy. des Sc. 1715.) wollten bey der Sonnenfinſterniß am 3. May 1715 ſogar Blitze im Monde geſehen haben. Von ähnlichen neuerlich beobachteten Erſcheinungen ſ. den Art. **Mond**.

Einige dieſer Beweiſe, z. B. der aus dem hellen Ringe bey Sonnenfinſterniſſen, aus der länglichen Geſtalt der Planeten, und dem unregelmäßigen Fortrücken der Fixſterne bey Annäherung an den Mondrand, laſſen ſich dadurch entkräften, daß man dieſe Phänomene eben ſo leicht und natürlich aus der Beugung der Lichtſtralen herleiten kan. Ein ſolcher Ring zeigt ſich um jeden Körper, mit dem man ſich die Sonne verdeckt, oder mit dem man das in einen verfinſterten Ort fallende Sonnenlicht auffängt; wie **de la Hire** und **de l'Isle** (Mém. de l' Acad. des Sc. 1715. p. 147.) gezeigt haben. Das Zittern des Sonnenlichts und die größere oder geringere Deutlichkeit der Mondflecken ſcheinen eher von Dünſten in unſerer Atmoſphäre herzurühren; der Lichtſtral in der Hölung des Plato läſt ſich durch das Einfallen des Sonnenlichts zwiſchen Bergen in ein übrigens dunkles Thal auch ohne Atmoſphäre begreifen; die Vergrößerung des ſcheinbaren Sonnentellers bey ringförmigen Sonnenfinſterniſſen kan eine Wirkung der Beugung des Lichts ſeyn, obgleich **Euler** (Mém. de l' Acad. de Pruſſe. 1748. S. 103.) daraus wirklich eine Mondluft ſchließt, die aber 200mal dünner, als die unſrige, ſey.

Die neuern Vertheidiger der Mondatmoſphäre, z. B. **du Sejour** (Mém. de l'Acad. des Sc. 1775. p. 268.) wenden dagegen ein, durch Erklärungen aus der Beugung ſtoße man jene Beweiſe nicht um; denn Beugung der

Stralen am Rande des Monds laſſe ſich ohne Atmoſphäre um ihn nicht denken.

Huygens (Coſmotheorus, Hagae Com. 1698. 4. p. 115.) wendet gegen das Daſeyn der Mondatmoſphäre ein, man würde den Mondrand bey Bedeckungen der Sterne nicht ſo ſcharf und glatt abgeſchnitten, ſondern mit einem Schimmer umgeben (evanida quadam luce, ac velut lanugine finitam) finden; auch ſey im Monde kein Waſſer, aus dem Dünſte aufſteigen könnten, wie man denn auch keine Wolken darinn ſehe. Dagegen erinnert Mairan (Tr. de l'aurore boreale, ſec. edit. 1754. p. 276.), wenn man die Mondatmoſphäre in Vergleichung mit dem Monde ſo groß ſetze, als der Luftkreis in Vergleichung mit der Erde iſt, ſo gehe ein Stern durch den ſtralenbrechenden Theil derſelben in einer Secunde hindurch, welche Zeit zu kurz ſey, um die Wirkungen der Refraction zu bemerken; man habe auch manchmal Sterne noch vor dem Augenblicke ihrer Verſchwindung an den Mondrand treten geſehen; auf der Erde gebe es auch Länder, wo der Himmel ſtets heiter ſey; wenn kein Waſſer im Monde ſey, ſo ſey es leicht begreiflich, daß auch keine Wolken da ſeyen, zumahl da der vierzehntägige Sonnenſchein die Dünſte ſehr verdünnen müſſe; der im Plato geſehene Lichtſtreif ſey vielleicht ein ſolcher verdünnter Dunſt geweſen, wenigſtens ſetze auch einfallendes Sonnenlicht in dunklen Orten Dünſte voraus, die es zurückwerfen und für uns ſichtbar machen könnten u. ſ. w.

Man ſieht hieraus, daß der Streit über das Daſeyn einer Mondatmoſphäre noch immer unentſchieden, und nur ſo viel gewiß ſey, daß der Mond in Abſicht auf Luft und Luftbegebenheiten unſerer Erde ſo ähnlich nicht iſt, als einige haben vorgeben wollen. Oft hat ſich auch Vorliebe zu gewiſſen Hypotheſen mit eingemiſcht, wie denn Hevel, der in ſeiner dem Monde beſonders gewidmeten Selenographie der Mondatmoſphäre mit keinem Worte gedacht hatte, erſt zwanzig Jahre darnach ein Vertheidiger derſelben ward, als er ſie zu ſeiner Hypotheſe über die Cometen nöthig hatte, wobey er doch ſelbſt geſteht (Cometograph.

L. VII. p. 362.), in luna manifeſtas atmoſphaerae obſervationes plane deficere.

Chriſtlob **Mylius** Gedanken über die Atmoſphäre des Monds, Hamburg 1746. 4. **Käſtner** Anfangsgr. der ang. Math. 2 Abth. §. 191.

Atmoſphären, elektriſche, ſ. **Wirkungskreiſe, elektriſche.**

Atmoſphäriſche Elektricität, ſ. **Luftelektricität.**

Atmoſphäriſche Luft, ſ **Gas, atmoſphäriſches.**

Atomen, Atomi, Elementa corporum individua, *Atomes*. So werden von einigen Naturforſchern die erſten nicht weiter theilbaren aber immer noch körperlichen Beſtandtheilchen der Materie genannt. Daß wir die Theilung der Körper durch allerley Mittel ſehr weit treiben können, iſt bekannt, und wird bey dem Worte **Theilbarkeit** durch Beyſpiele beſtätiget werden. Aber ob dieſe Theilung ohne Ende fort möglich ſey, darüber kan uns die Erfahrung nicht belehren, weil ſich bey fortgeſetzter Theilung die Theilchen bald unſern Sinnen entziehen. Ob man alſo endlich auf gewiſſe letzte körperliche Theile, die an ſich ſelbſt und ihrer Natur nach nicht weiter theilbar ſind, auf **Atomen**, kommen müſſe, oder ob die Materie ohne Ende theilbar ſey, iſt eine blos ſpeculative Frage; die Erfahrung lehrt nur, daß es Grenzen gebe, bey denen **wir** zu theilen aufhören müſſen.

Für die Meinung, daß alle Materie aus untheilbaren Körperchen zuſammengeſetzt ſey haben ſich ſchon im Alterthum **Moſchus**, **Leucippus**, **Democrit** und **Epikur** erklärt. Des letztern, noch mit vielen Zuſätzen vermiſchtes, Syſtem (ſ. Cic. de fin. I. 6.) wird von **Lucretius** (De rerum natural, Lib. VI. c. interpr. et notis Thom. *Creech*. Oxon. 1695. 8. Baſil. 1770. gr. 8.), und unter den Neuern von **Gaſſendi** (Gaſſendi Opp. Lugd. 1685. VI. To. fol.) vorgetragen. **Newton** und **Boerhave** haben gelehrt, die Materie beſtehe aus einer Menge oder Anhäufung feſter, harter, ſchwerer, undurchdringlicher, träger und beweglicher Theilchen, von

deren verſchiedner Zuſammenordnung die Verſchiedenheit der Körper herrühre. Dieſe kleinſten Theilchen können ſich durch eine ſehr ſtarke Anziehung mit einander verbinden, und größere Theile ausmachen, welche einander weniger anziehen; dieſe können wiederum durch ihren Zuſammenhang noch größere Theile bilden, deren Anziehung gegen einander noch ſchwächer iſt, bis endlich die gröbern in unſere Sinne fallenden Theile entſtehen, von welchen die Farben der Körper und die chymiſchen Operationen abhängen, und welche durch ihren Zuſammenhang die Körper von merklicher Größe ausmachen. Dieſes Syſtem, welches die Eigenſchaften der Körper aus der Zuſammenordnung der erſten Theilchen zu erklären ſucht, wird mit dem Namen Philoſophia ſ. Phyſica corpuſcularis bezeichnet.

Wer die Exiſtenz der Materie einräumt, kan ihr auch erſte ungetheilte Elemente nicht füglich abſprechen. Ob dieſe ungetheilten Körperchen zugleich untheilbar ſind, das kömmt auf den Begrif an, den man mit den Worten untheilbar und Materie verbindet. Verſteht man unter Theilbarkeit die Möglichkeit, ſich in jedem Theile der Materie, den man als ausgedehnt betrachtet, eine rechte und linke, eine obere und untere Seite zu gedenken, welche der Verſtand als abgeſondert betrachten kan, ſo iſt jedes Theilchen, ſo klein es auch ſey, noch theilbar. Verſteht man aber wirkliche Theilung, ſo iſt Theilbarkeit ins unendliche ein Ausdruck ohne Bedeutung, und es giebt eine lezte Grenze, auf welcher alle menſchliche Möglichkeit der Theilung aufhört, und bey aller etwa künftig noch zu hoffender Vervollkommnung der mechaniſchen und chymiſchen Theilungs- und Zerſetzungsmittel ſtets aufhören wird. Will man nun das, was an dieſer lezten möglichen Grenze der Theilug übrig bleibt, untheilbar nennen, ſo muß man in dieſem Sinne Atomen einräumen, das iſt, erſte untheilbare Körperchen, welche immer noch ausgedehnt ſind, und, da ſie ſich durch phyſiſche Kräfte nicht weiter trennen laſſen, Härte, folglich auch alle übrige Eigenſchaften der Materie beſitzen.

Diejenigen, welche den erſten Theilen der Materie die Ausdehnung abſprechen, machen ſich freylich hievon, ſo wie von der Materie überhaupt, andere Begriffe, ſ. Materie. Unterſuchungen hierüber gehören mehr für den Metaphyſiker, als für den Naturforſcher, und gehen allem Vermuthen nach weiter, als der Schöpfer dem Menſchen hier zu ſehen vergönnt hat; man täuſcht ſich dabey mit dem Wahn, etwas zu wiſſen, welchem der weiſere und beſcheidnere Naturforſcher ein offenherziges Geſtändniß der Unwiſſenheit weit vorziehet.

Attraction, Anziehung, Attractio, *Attraction*. Das Phänomen der Körperwelt, da Körper ſich einander nähern, oder, wenn ſie aufgehalten werden, ſich zu nähern ſtreben, da ſie nach der Berührung an einander bleiben, oder doch der Trennung widerſtehen, ohne daß man eine äußere in die Sinne fallende Urſache davon, einen Druck, Stoß u. dergl. gewahr wird. So fällt ein freygelaſſener Körper ſenkrecht auf die Erdfläche nieder, nähert ſich der Maſſe der Erde, oder äußert doch, wenn man ihn daran hindert, ſein Beſtteben zu fallen, durch ſein Gewicht, durch Druck auf das, was ihn trägt; ſo fließen zween einanderberührende Waſſertropfen in Einen zuſammen u. ſ. w. ohne daß man eine äußere Urſache davon bemerkte; die Erfahrung zeigt uns, daß es geſchehe, belehrt uns aber gar nicht darüber, warum es geſchehe.

Wie weit ſich dieſes Phänomen erſtrecke, läſt ſich aus folgenden Beyſpielen überſehen. Die Theile aller feſten Körper hängen zuſammen, und widerſtehen der Trennung; auch die Theile der flüßigen laſſen ſich nicht ohne Widerſtand trennen, und vereinigen ſich in Tropfen; flüſſige Körper hängen ſich an feſte, die ſie benetzen; polirte Marmorflächen oder Spiegeltafeln hängen bey der Berührung, auch bey dazwiſchen liegenden feinen Haaren oder Seidenfäden, zuſammen; das Licht beugt ſich beym Vorübergange beym Rande der Körper vom geraden Wege ab; jeder Körper nähert ſich freygelaſſen der Erde, oder fällt gegen dieſelbe; der ſonſt ſenkrecht gedehnte Bleywurf

richtet ſich ſchief in der Nähe großer Berge; das Meer hebt ſich gegen den Mond, der Mond ſelbſt wird durch eine unbekannte Urſache ſtets an die Erde, die Erde nebſt den übrigen Planeten an die Sonne gefeſſelt; in dem ganzen Laufe der himmliſchen Körper herrſcht das unverkennbare Geſetz eines beſtändigen Beſtrebens dieſer großen Maſſen nach wechſelſeitiger Annäherung. Sollte man nicht ein Recht haben, dieſes Phänomen, das ſich bey feſten und flüßigen, kleinen und großen, ſich berührenden und von einander entfernten Körpern, auf der Erde, wie im Himmel, zeigt, für ein allgemeines Phänomen der Körperwelt, für die Regel anzunehmen, und die Fälle, in denen es ſich nicht zu zeigen ſcheint, nur für Ausnahmen zu erklären, bey welchen es durch irgend eine Urſache aufgehoben, oder nur für uns unbemerkbar gemacht wird?

In dieſem Sinne hat der große Newton das Wort Attraction gebraucht, um das allgemeine Phänomen des Beſtrebens der Körper nach wechſelſeitiger Annäherung (conatus accedendi) damit zu bezeichnen, nicht um eine Urſache dieſes Phänomens dadurch anzugeben. Dieſer bey der Größe ſeines Genies dennoch ſo beſcheidne Naturforſcher gieng ſtets den ſichern Weg der Experimentaluntersuchung, zog aus vielen ähnlichen Erfahrungen allgemeine Geſetze, und beſtimmte, unbekümmert um die verborgenen Urſachen derſelben, durch die erhabenſten Kunſtgriffe der Geometrie, die Folgen dieſer Geſetze für Fälle, über welche unmittelbare Erfahrungen fehlten. Dieſe nachahmungswürdige Methode gründet ſich einzig auf Induction, oder auf den der geſunden Vernunft einleuchtenden Schluß, daß das, was in allen beobachteten Fällen wahr gefunden ward, auch in ähnlichen unbeobachteten ſtatt finden, und allſo allgemein wahr ſeyn werde. Die häufigen Beyſpiele von Fallen, Nähern, Anhängen der Körper gegen und an einander veranlaßten ihn, dieſes Nähern als ein allgemeines Phänomen anzuſehen, er entdeckte das Geſetz deſſelben für Erde und Mond, ſchloß, daß eben dieſes Geſetz für Sonne und Planeten, und für die Planeten unter einander ſelbſt gelten werde, und mit

welcher bewundernswürdigen Richtigkeit ſtimmen nicht ſeine hieraus berechneten Folgen mit dem wirklichen Laufe des Himmels überein! Dieſe Methode iſt ſo untadelhaft, und die dadurch gemachte Entdeckung der Mechanik des Himmels ſo beſtätiget, daß nur Unwiſſende jene ſchmähen und dieſe verwerfen können.

Urſachen dieſes Phänomens angeben zu können, hat ſich Newton nie gerühmt. Er erklärt an einigen Stellen (Princip. L. I. Def. 8. et Sect. 11. Optice. Qu. 23.), er gebrauche die Worte: Attractio, Impulſio, Propenſio, ohne Unterſchied, u. wolle durch Attraction nicht die Wirkungsart oder die wirkende Urſache anzeigen, u. etwa behaupten, daß in den Mittelpunkten der Körper eine anziehende Kraft vorhanden ſey; vielleicht ſey dieſe Attraction, phyſikaliſch zu reden, ein Stoß, oder die Wirkung einer andern uns ganz unbekannten Urſache. So ſagt auch 's Graveſande (Phyſ. elem. mathem. Leid. 1742. gr. 4. L. I. c. 5.) Attractionem vocamus vim quamcunque, quo duo corpora ad ſe invicem tendunt; etſi forte hoc per impulſum fiat. Hoc nomine phaenomenon, non cauſam deſignamus. Man thut daher Newton Unrecht, wenn man glaubt, er habe durch die Attraction das Phänomen erklären wollen, da er es dadurch blos benennen will.

Aber auch als Benennung hat mir das Wort Attraction nie wohl gewählt geſchienen. Unerfahrne ſtellen ſich dabey natürlich ein Ziehen, eine Kraft vor, welche in dem einen Körper ihren Sitz hat, und den andern, wie an einem Bande, gegen ſich führt. Dergleichen verkehrte Begriffe, die Newtons wahrer Meinung ganz zuwiderlaufen, haben manche Philoſophen beſtritten, und dabey gegen Newton zu ſtreiten geglaubt. Inzwiſchen iſt dieſes Wort ſo allgemein angenommen, daß man ſchwerlich wagen dürfte, ein anderes einzuführen; man muß am Ende zufrieden ſeyn, daß die Wahl nicht noch ſchlimmer ausgefallen iſt. Muſſchenbroek z. B. ſchlägt unter andern das noch unſchicklichere Wort Amicitia vor. „Was „würde nicht erſt," ſagt Herr Lichtenberg (Erxlebens Naturl. neuſte Ausg. §. 113. b.), „mancher gefolgert

„haben, wenn Newton dieſe Erſcheinung Sehnſucht ge-
„nannt hätte? Man ſollte ſich freylich hüten, da ſich, wie
„Haller ſagt, unſer Aug' am Kleid der Dinge ſtößt, über
„dieſes Kleid noch andere zu ziehen, an denen ſich die Ein-
„bildungskraft ſtößt, noch ehe das Auge bis zu jenem un-
„durchſchaubaren eindringt."

Solche Kleider hatte Newtons ſonſt vortreflicher Vorgänger, Kepler, deſſen Einbildungskraft ſehr oft einen dichteriſchen Schwung nahm, über den Begrif der Attraction gezogen, von welchem in ſeinen Schriften häufige Spuren vorkommen, ſ. den Artikel: Gravitation. Er nahm nicht nur in den Körpern eine innere anziehende Kraft (*vim attractivam*) an; er redete auch von Freundſchaft, Gefühl, Abneigung, Erſchrecken der Körper vor einander, von Sympathie, Stralen, mit welchen einer den andern umſchlinge u. ſ. f. Auch Roberval nahm die Attraction als eine in den Körpern befindliche Kraft (*vim corporibus inſitam*) an. Wenn man dies behauptet, und das Phänomen dadurch zu erklären glaubt, ſo ſagt man nichts mehr, als was die Scholaſtiker ſagten, wenn ſie das Aufſteigen des Waſſers in Saugpumpen durch den Abſcheu der Natur vor der Leere, oder das Einſchläfern des Opium durch eine darinn befindliche ſchlafbringende Qualität erklärten. Dadurch ward Descartes bewogen, ſich der Attraction, als einer von den verborgenen Qualitäten der ſcholaſtiſchen Weltweisheit entgegenzuſetzen, und ſie ſchien durch ihn gänzlich aus der Naturlehre verbannt, als ſie Newton, nicht in Geſtalt einer zur Erklärung dienenden phyſiſchen Urſache, ſondern als Benennung eines allgemeinen, durch unzählbare Erfahrungen beſtätigten Phänomens, wieder einführte, u. mit einer Stärke bewafnete, deren man ſie nie fähig geglaubt hätte. In dieſer natürlichen und von falſchem Schmucke entblößten Geſtalt hat ſie ihre nun allgemein anerkannten Rechte gegen allen Widerſtand behauptet.

Newtons Schüler ſind inzwiſchen viel weiter gegangen, haben dadurch aufs neue manches Mißverſtändniß und viele unnöthige Einwendungen veranlaſſet, und

die Ausbreitung der newtoniſchen Entdeckungen auf dem feſten Lande faſt um ein halbes Jahrhundert zurückgehalten. Roger Cotes (Praefatio ad Newtoni Princ. ed. Cantabr. 1713. 4.) zählet die Gravitation unter die weſentlichen Eigenſchaften der Materie, ohne welche Materie gar nicht gedacht werden könne oder ſolle, dergleichen Ausdehnung, Beweglichkeit, Undurchdringlichkeit ꝛc. ſind. Quemadmodum, ſagt er, nulla concipi debent corpora, quae non ſint extenſa, mobilia et impenetrabilia; ita dicendum eſt, nulla concipi debere, quae non ſint gravia. Newton hingegen verwahrt ſich ausdrücklich, er behaupte keinesweges, daß die Schwere den Körpern weſentlich ſey. Man ſieht hieraus, wie Joh. Bernoulli (Nouvelles penſées ſur le ſyſteme de Descartes. Op. To. III. p. 138.) ſagt, daß der Schüler weit kühner, als ſein Lehrer, geweſen ſey. Dieſe der Materie weſentliche und von ihr untrennbare innere Kraft ſollte nun die Urſache der Schwere, des Zuſammenhangs, der Anhängung, der chemiſchen Verwandtſchaften, Auflöſungen und Niederſchläge, der Beugung, Brechung und Zurückwerfung des Lichts, der im Laufe der Himmelskörper ſichtbaren Centripetalkräfte und überhaupt faſt aller Erſcheinungen der Körperwelt ſeyn. Welchen ſtarken Einwürfen man ſich durch dieſe Behauptung einer vermeinten phyſiſchen Urſache ausſetzt, will ich bey dem Worte: Gravitation, umſtändlicher zeigen.

Dieſer Begrif der Attraction, als einer weſentlichen Eigenſchaft oder eines innern Vermögens der Materie, ſcheint mir nicht viel beſſer, als die Sympathien, Antipathien und verborgnen Qualitäten der Peripatetiker, und ſollte aus einer geſunden Phyſik gänzlich entfernt bleiben; da hingegen die Attraction als Phänomen betrachtet, wenn man ſich nicht anmaaßet, die Urſache davon anzugeben, durch klare und unläugbare Erfahrungen beſtätiget iſt.

Dieſe Erfahrungen durch den Stoß einer Materie zu erklären, hat ſehr große Schwierigkeiten. Carteſens, Huygens, Joh. Bernoullis, Bilfingers u. a. Erklärungen haben im Allgemeinen das wider ſich, daß die

Erfahrungen bey bewegten Körpern eben ſo, wie bey ruhenden, erfolgen, und daß bey der Schwere insbeſondere die Größe der Wirkung ſich wie die Maſſe, und nicht, wie die Oberfläche verhält. Und überhaupt wird ein ſolcher Stoß auch nur auf Gerathewohl angenommen, ohne einige Erfahrung, die uns von ſeiner Wirklichkeit belehrte. Da wir nun in der Phyſik, ſobald uns Erfahrung und Induction verlaſſen, nichts mehr wiſſen, warum wollen wir uns ſchämen, dieſe Unwiſſenheit zu geſtehen? warum wollen wir uns entweder mit leeren Worten täuſchen, die nichts erklären, oder mit Erklärungen behelfen, die aus der Luft gegriffen, und durch keine Erfahrung unterſtützt ſind? Solchen chimäriſchen Theorien hat die Welt noch bis heut nicht eine einzige nützliche Wahrheit zu verdanken. Ich bin nicht abgeneigt, mit Hrn. Lichtenberg (a. a. O.) zu glauben, daß das Phänomen der Attraction noch allzuzuſammengeſetzt ſey, als daß man es in die Claſſe der ganz einfachen Phänomene, der Ausdehnung, Undurchdringlichkeit u. ſ. w. ſetzen, und alle Bemühungen, es zu erklären, aufgeben ſollte. Allein Bemühungen, es zu erklären, ſind wohl etwas anders, als der eitle Wahn, es ohne Beyhülfe der Erfahrung erklärt zu haben. Auch werden ſolche Bemühungen allem Vermuthen nach nie anders, als auf dem Wege der Experimentalunterſuchung gelingen. Aber von Kräften oder Mechanismen reden, die ſich durch nichts unſern Sinnen darſtellen, dieſe nach Geſetzen wirken laſſen, von denen man auch keine Erfahrung hat, ſondern die man nur ſo annimmt, wie man ſie nöthig hat, das heißt, nach Herrn Käſtners Ausdruck (Prüfung eines von Hrn. le Sage angegebnen Geſetzes fallender Körper, im deutſchen Muſeum, Jun. 1776. und in der deutſchen Ueberſ. des de Lüc über die Atmoſphäre, II. B. S. 660.), nicht erklären, ſondern erdichten. Da die Urſache der Attraction kein Gegenſtand unſerer Sinne mehr zu ſeyn ſcheint, ſo ſteht es dahin, ob wir je in der gegenwärtigen Welt zu einer zuverläßigen Kenntniß derſelben gelangen werden; wenigſtens müſſen wir vorjetzt unſere gänzliche Unwiſſenheit hierüber aufrichtig geſtehen.

Newton, ohne ſich bey den Urſachen des Phänomens aufzuhalten, bemühte ſich vielmehr, die Geſetze deſſelben zu beſtimmen. Dies gelang ihm zwar nur für diejenigen Fälle, in welchen die Attraction in beträchtlichen Entfernungen wirkt; aber es iſt unbeſchreiblich, welch eine reichhaltige Quelle von den wichtigſten Folgen dieſe Entdeckung unter ſeinen und ſeiner Nachfolger Händen geworden iſt.

Das Phänomen der Attraction zeigt ſich entweder an Körpern, welche in beträchtlichen oder merklichen Entfernungen von einander abſtehen, und heißt dann Gravitation, allgemeine Schwere (ſ. Gravitation); oder an Körpern, welche ſich berühren, deren Entfernungen unmerklich ſind, und führt dann bey Theilen eines und ebendeſſelben Körpers den Namen der Cohäſion, des Zuſammenhangs (ſ. Cohäſion), und wenn es zwiſchen Theilen eines flüßigen und einem feſten Körper ſtatt findet, den Namen der Adhäſion, des Anhängens (ſ. Adhäſion). Wenn man auch ſchon nicht alle einzelne Unterabtheilungen dieſes Falles aufzählen und mit beſondern Namen belegen kan, ſo gehören doch dahin auch die chemiſchen Verwandtſchaften, auf welche ſich Auflöſungen Niederſchläge, Kryſtalliſationen, Gährungen, Gerinnungen, und andere chemiſche Proceſſe gründen. Sie ſind beſondere Attractionen gewiſſer Stoffe, werden auch Wahlanziehungen (*attractiones electivae*) genannt. Die magnetiſche und elektriſche Anziehung, welche ſchon in merklichen Entfernungen wirken, aber doch von der Gravitation ſehr verſchieden ſind, erklärt man gemeiniglich durch den Stoß beſonderer flüßiger Materien, über deren Daſeyn man Erfahrungen zu haben glaubt.

Unter allen dieſen beſondern Arten der Attraction iſt die Gravitation die einzige, deren Geſetze genau entdeckt und bewieſen ſind. Newton hat dieſelben aus den auf Erfahrung und Beobachtung gegründeten Entdeckungen des Galilei und Keplers entwickelt. Die Stärke der Gravitation verhält ſich direkt, wie die Maſſe des anzie-

henden Körpers, und umgekehrt, wie die Quadratzahl ſeiner Entfernung von dem angezognen. Dies iſt das Geſetz, nach welchem die Körper gegen die Erde, die Erde ſelbſt und alle Planeten in ihren Bahnen um die Sonne, und die Monden um ihre Hauptkörper getrieben werden, nach welchem die Himmelskörper ſämtlich in einander wirken, und aus welchem die Kepleriſchen, blos aus Tychons Beobachtungen gezognen, Regeln, nothwendige Folgen ſind. So wenig die Wahrheit dieſes Geſetzes für die Gravitation in Zweifel gezogen werden kan, ſo iſt man doch keinesweges dadurch berechtiget, es für das allgemeine Geſetz aller Attractionen anzunehmen. Newton (Princip. L. I. Sect. 13. Prop. 85.) beweiſet, daß die Anziehung, wenn ſie bey der Berührung viel ſtärker, als in einer geringen Entfernung iſt, in umgekehrtem Verhältniß einer höhern Potenz als des Quadrats der Entfernung abnehmen müſſe. Nun iſt es aber allen Erfahrungen gemäß, daß eine im Berührungspunkte ſehr ſtarke Anziehung, in einer ſehr geringen Entfernung von dieſem Punkte faſt unmerklich wird. Es iſt alſo ziemlich entſchieden, daß die Anziehung bey der Berührung im umgekehrten Verhältniſſe einer höhern als der zweyten Potenz der Entfernung abnehmen, und alſo andern Geſetzen, als die Gravitation, folgen müſſe. Aber dieſe Geſetze ſind noch unentdeckt, und bey weitem nicht ſo leicht zu erforſchen, als es das Geſetz der Schwere war. Die in der Berührung auf einander wirkenden Stoffe befinden ſich in einem ganz andern und weit verwickeltern Falle, als die ſo weit von einander entfernten und ſo regelmäßig geformten Himmelskörper, deren ganze Maſſe man in einen Punkt verſammlet annehmen kan, und bey denen die Wirkung der Anziehung ſo einfach und von andern Einwirkungen faſt gänzlich frey bleibt. Bey den Berührungen vervielfältiget ſich die Menge der wirkenden Theilchen und der Berührungspunkte, in jedem Augenblicke verändert ſich die Lage der Theile gegen einander, und jeder derſelben ſtört und verändert die Wirkung der andern. Wer den Ausgang aus dieſem Labyrinthe fände, und die Verſuche und Beobach-

tungen der Chymiker auf allgemeine Regeln und ein einfaches Geſetz bringen könnte, der würde weit mehr, als Kepler und Newton, geleiſtet haben.

Newton ſelbſt ſcheint geneigt, die Gravitation von der Anziehung beym Berühren ganz zu unterſcheiden. Nach dieſen Grundſätzen, ſagt er (Traité d'optique, Amſterd. 1720. p. 373.), wird man die Natur durchgängig mit ſich übereinſtimmend und ſehr einfach in ihren Wirkungen finden; ſie bewirkt alle große Bewegungen der Himmelskörper durch die Attraction der Schwere, welche auf die ganzen Körper wirkt, und faſt alle kleine Bewegungen ihrer Theile durch eine andere anziehende Kraft, welche durch die Theile verbreitet iſt. In der That muß ſchon der Umſtand, daß die Gravitation ſich blos nach der Quantität der Maſſe, die Verwandtſchaft aber nach der Qualität ihrer Theile richtet, auf den Gedanken einer Verſchiedenheit beyder Phänomene leiten, die aber vielleicht auch ihren Grund blos in der Form und Dichtigkeit der kleinſten Theile haben kan.

Keill, ein Schüler Newtons (Indroductio ad veram phyſicam, Oxon. 1700. 8.), hat für die Anziehung beym Berühren und in geringen Entfernungen einige Regeln anzugeben, und daraus Cohäſion, Flüßigkeit, Elaſticität, Aufbrauſen, Niederſchlag u. dgl. zu erklären verſucht. Freind (Praelectiones chymicae, Oxon. 1704. 4.) hat eben dieſe Grundſätze noch umſtändlicher auf die chemiſchen Erſcheinungen und Operationen angewendet. Den meiſten dieſer Erklärungen aber fehlt allerdings die Deutlichkeit und befriedigende Vollſtändigkeit, welche Kenner der Chemie, zumal bey dem jetzigen ſehr verbeſſerten Zuſtande dieſer Wiſſenſchaft, fordern würden.

Geometriſche Unterſuchungen über das urſprüngliche oder allgemeine Geſetz der Attraction hat Maupertuis (Sur l'attraction Neutonienne, Mém. de l'ac. roy. des Sc. de Paris 1732.) angeſtellt. Hollmann (Succincta attractionis hiſtoria, in Comm. ſoc. reg. Gotting. To. IV.) erzählt die Geſchichte der Anziehung. Muſſchenbroek (Introd. ad Philoſ. nat. Cap. 20. de corporum

attractionibus) hat die vornehmſten Phänomene der Attraction feſter und flüßiger Körper geſammlet, und Euler (Lettre à une princeſſe d'Allemagne, lettr. 68. ſq.) bestreitet den Begrif, den ſich einige von Attraction, als von einer weſentlichen Eigenſchaft der Materie, gemacht haben. Ich verweiſe übrigens wegen verſchiedener hiemit noch zuſammenhängenden Bemerkungen auf die Artikel: **Cohäſion, Gravitation.**

Aufbrauſen, Efferveſcentia, *Efferveſcence.* Eine im Augenblicke der Verbindung gewiſſer Subſtanzen entſtehende heftige und mit Blaſenwerfen verbundene Bewegung.

Das Aufbrauſen entſteht allezeit durch die Entbindung eines Gas, welches mit dem neuentſtandnen Gemiſch nicht verbunden bleiben kan, und das ſich durch ſchickliche Vorrichtungen aufſammlen läſt. Säuren mit Kalcherden oder laugenartigen Subſtanzen, denen man ihr Gas noch nicht entzogen hat, vermiſcht, brauſen allezeit auf; auch entſteht dieſe Wirkung bey Auflöſungen der Metalle durch Säuren, und beym Schmelzen der Alkalien mit Sand oder Erde.

Da bey der Gährung allezeit eine innerliche blaſenwerfende Bewegung vorgeht, ſo brauchte man ſonſt die Namen Aufbrauſen und Gährung ohne Unterſchied; neuere Chymiker unterſcheiden einfache Auflöſungen ſowohl als Gährung von dem Aufbrauſen, und ſehen das leztere mit Recht als einen jene Verbindungsarten begleitenden Umſtand an.

Macquer chym. Wörterb. Art. Aufbrauſen.

Aufgang der Geſtirne, Ortus ſiderum, *Lever des Aſtres.* Das Hervorkommen der Geſtirne über den Horizont des Beobachters. Man kan die Stunde des Aufgangs eines jeden Geſtirns für jeden Beobachtungsort auf eine mechaniſche Art durch die künſtliche Himmelskugel finden, ſ. **Himmelskugel, künſtliche.** Genauer wird ſie aus der halben Dauer der Sichtbarkeit (ſ. Aſcenſio-

naldifferenz, Tagbogen), und der Zeit der Culmination (ſ. Culmination), berechnet. Es iſt alsdann

Zeit der Culm. — ½ Dauer der Sichtb. = Stunde des Aufgangs.

So findet ſich für die Fixſterne die Stunde des Aufgangs in Sternzeit, welche man nach den Anweiſungen in dem Artikel: Sonnenzeit, die Sonnenzeit verwandeln kan. Für die Planeten iſt noch eine Berichtigung wegen ihrer eignen Bewegung vom nächſtvorhergehenden Mittage an bis zur Stunde des Aufgangs, nöthig; ſie iſt aber nicht beträchtlich, außer beym Monde, für welchen man die ganze Rechnung noch einmal wiederholen, und dabey die Data ſo annehmen muß, wie ſie für die durch die erſte Rechnung gefundene Stunde des Aufgangs gelten.

Für die Sonne iſt die Stunde des Aufgangs der halben Nachtlänge gleich, auch die Verwandlung der Zeit unnöthig, ſ. Aſcenſionaldifferenz.

Da die Stralenbrechung im Horizonte alle Geſtirne etwa um 32½ Min. erhebt, ſo gehen ſie alle etwas früher auf, als die Rechnung angiebt: wie man bey der Rechnung ſelbſt hierauf Rückſicht zu nehmen habe, werde ich bey dem Worte: Tagbogen, angeben.

Unter dem Aequator der Erde gehen alle Geſtirne und zwar ſenkrecht, unter den Polen der Erde gehen gar keine, in den zwiſchenliegenden Orten der Erde nur diejenigen auf, deren nördliche oder ſüdliche Abweichung kleiner als die Aequatorhöhe des Orts iſt. Daher geht uns die Sonne täglich auf, weil ihre Abweichung nie über 23½ Grad ſteigen kan, und alſo jederzeit kleiner, als unſere Aequatorhöhe (38⅞°) bleiben muß.

Aufgang der Geſtirne nach dem Sinne der alten Dichter, Ortus ſiderum poëticus, *Lever des aſtres ſelon les anciens*. Da der Horizont der merklichſte Kreis am Himmel iſt, ſo fieng man ſchon im höchſten Alterthum an, den Aufgang der Geſtirne mit dem Auf- oder Untergange der Sonne zu vergleichen und daraus Eintheilungen und Kennzeichen der Zeit herzunehmen. Dieſe waren ſicherer, als die Beſtimmungen nach den damaligen

höchſt mangelhaften Kalendern. Die Vorſchrift z. B. eine Feldarbeit am erſten Tage des Jahres vorzunehmen, war vergeblich; denn der Anfang des bürgerlichen Jahres rückte nach und nach durch alle Jahrszeiten durch: hingegen die Regel, ſie an dem Tage zu verrichten, an welchem der Hundsſtern mit Sonnenuntergang aufgeht, war ſicher, weil ſie auf eine beſtimmte Stellung der Sonne, mithin immer auf eben dieſelbe Jahrszeit, hinwies. Dieſe uralte Art, gewiſſe Tage zu bezeichnen, kömmt noch in einigen Schriften der Alten vor, beſonders bey den Schriftſtellern über den Feldbau, und bey den Dichtern, welche die dabey nöthigen Erwähnungen der Sternbilder als Veranlaſſungen zu Digreſſionen und dichteriſchen Ausſchmückungen nützten. Sie nahmen die Sachen ſelbſt großentheils aus ältern Schriftſtellern anderer Länder, ohne eigne Kenntniſſe davon zu haben, daher das, was z. B. Ovid in den Faſtis vorbringt, weder auf ſeine Zeit und auf die Lage von Rom paſſend, noch auch unter ſich ſelbſt übereinſtimmend iſt (ſ. **Käſtner** aſtronomiſches Mancherley, in Vollborths philolog. Bibl. II. Band.). Man findet auch in den aſtronomiſchen Schriften der Alten keine ſonderlichen Belehrungen hierüber; das meiſte Licht geben noch die Elemente des Geminus (Gemini Iſagoge in Phaenomena ſ. Elementa aſtron. in Petavii Vranologio. Pariſ. 1600. fol.)

Die Neuern haben gefunden, daß man im Alterthum unter dem Worte, Aufgang, hauptſächlich dreyerley verſtanden habe, das Hervortreten eines Sterns aus den Sonnenſtralen, ſeinen Aufgang bey Aufgang der Sonne, und ſeinen Aufgang bey Untergang der Sonne. Dieſen drey Arten des poetiſchen Aufgangs haben ſie die Namen: Ortus heliacus, coſmicus und acronychos, beygelegt.

Das Hervortreten aus den Sonnenſtralen, Ortus heliacus, *Lever heliaque*, ereignet ſich an dem Tage, an welchem der Stern, der bisher nahe bey der Sonne geſtanden hat, und durch ihren Glanz unſern Augen entzogen geweſen iſt, ſich zum erſtenmale wieder zeigt, und in der Morgendämmerung auf eine kurze Zeit ſichtbar wird.

An dieſem Tage, ſagt man, gehe er heliace auf. Dieſer Aufgang iſt ſeit den älteſten Zeiten ein Gegenſtand der Aufmerkſamkeit der Egyptier geweſen. Die Ueberſchwemmung ihres Landes durch den Nil erfolgte jährlich zu eben der Zeit, da der Hundsſtern aus den Sonnenſtralen hervortrat; dieſes Hervortreten aber geſchahe bey ihrem Jahre von 365 Tagen aller 4 Jahre um einen Tag ſpäter, und rückte daher in 4 × 365¼ oder in 1461 julianiſchen Jahren durch alle Jahrszeiten hindurch; dies hat bey ihnen den bekannten Hundsſterncyclus (periodum canicularem ſ. Sothiacam) veranlaſſet, deſſen Anfang in das 1321ſte Jahr vor der chriſtlichen Zeitrechnung fällt.

Da Sterne erſter Größe ſichtbar werden, wenn bey ihrem Aufgange die Sonne nur wenigſtens 10 Grad tief unter dem Horizonte iſt, ſo findet man ihr Hervortreten aus den Sonnenſtralen, wenn man den Stern unter den Morgenhorizont der künſtlichen Himmelskugel führt, und den Grad der Ekliptik bemerkt, der alsdann 10° tief unter dem Morgenhorizonte liegt. Der Tag des Jahres, an welchem die Sonne dieſen Grad der Ekliptik erreicht, iſt der Tag des Hervortretens oder der Wiedererſcheinung des Sterns. So findet man, daß heut zu Tag der Hundsſtern für die Polhöhe von Leipzig etwa den 23 Auguſt aus den Sonnenſtralen hervortritt. Für ältere Zeiten wäre freylich eine andere Einrichtung der Himmelskugel nöthig, ſ. Himmelskugel, künſtliche. In Ermanglung ſolcher Einrichtungen muß man ſich für die Zeiten des Alterthums an die Berechnung halten, welche z. B. für das Jahr 138 n. C. G. in welchem nach dem Cenſorinus ein neuer Hundsſterncyclus anfieng, und die Polhöhe von Heliopolis, die Wiedererſcheinung des Sirius auf den 20 Jul. giebt.

Der Aufgang eines Sterns mit Aufgang der Sonne, Ortus coſmicus, *Lever coſmique*, fällt für Sterne, welche nahe bey der Ekliptik ſtehen, gewöhnlich 12 bis 15 Tage früher, als das Hervortreten aus den Sonnenſtralen. Man findet den Tag deſſelben, wenn man auf der künſtlichen Himmelskugel den Grad der Ekliptik ſucht,

welcher mit den Sternen zugleich in den Morgenhorizont kömmt. Der Tag, an welchem die Sonne dieſen Grad erreicht, iſt der Tag des koſmiſchen Aufgangs für den Stern. Für Leipzig geht jetzt der Hundsſtern den 8 Auguſt koſmiſch oder mit der Sonne auf.

Der Aufgang mit Untergang der Sonne, Ortus acronyctos, *Lever acronyche*, wird gefunden, wenn man den Grad der Ekliptik ſucht, der im Abendhorizonte ſteht, wenn der Stern im Morgenhorizonte iſt. Dieſer Grad iſt dem, welcher dem koſmiſchen Aufgange zugehört, gerade entgegengeſetzt, und es ſind daher die Tage des koſmiſchen und akronyktiſchen Aufgangs ohngefähr um ein halbes Jahr aus einander. So geht bey uns der Hundsſtern um den 8 Febr. akronyktiſch oder mit Sonnenuntergang auf.

Zur Erklärung der Alten muß man hiebey auf die Polhöhen ihrer Beobachtungsorte und auf die damaligen Stellungen der Fixſterne, welche von den heutigen verſchieden ſind, Rückſicht nehmen. Wie man dies für einzelne Sterne bewerkſtelligen könne, hat Herr Scheibel (Unterricht vom Gebrauch der Himmels- und Erdkugel. Bresl. 1779. 8. §. 216.) gelehrt.

de la Lande aſtronom. Handb. §. 205. u. f. Käſtners Anfangsgr. der angew. Math. Zweyte Abth. Aſtr. §. 127.

Auflöſung, Solutio, *Diſſolution*. Dieſen Namen führt die Verbindung der Grundſtoffe zweener Körper von verſchiedener Natur, aus welcher eine Trennung der vorigen Verbindung ihrer Theile, und eine neue Verbindung derſelben, mithin ein neuer anders, als beyde vorige, zuſammengeſetzter Körper entſteht. So wird z. B. ein Stück Silber im Scheidewaſſer aufgelöſet, d. h. die Salpeterſäure trennt den Zuſammenhang der Beſtandtheile des Silbers, und verbindet ſich mit dem darinn enthaltenen Brennbaren; der erdichte Theil des Silbers hingegen verbindet ſich, wie es ſcheint, mit dem in der Salpeterſäure enthaltenen luftartigen Stoffe; aus allem zuſammen entſteht ein neuer flüßiger Körper, die Silberauflöſung, in

welchem die Theile ganz anders verbunden ſind, als ſie es vorher im Silber und Scheidewaſſer, jedem beſonders genommen, waren.

Da hiebey der vorige Zuſammenhang der Theile getrennt werden, und alſo ein Körper in die Zwiſchenräume des andern eindringen muß, welches einen flüßigen Zuſtand des eindringenden Körpers vorausſetzt, ſo muß bey jeder Auflöſung wenigſtens der eine Körper flüßig ſeyn. Daher der chymiſche Grundſatz: Corpora non agunt, niſi fluida.

Man nennt insgemein den flüßigen Körper das Auflöſungsmittel (menſtruum). Dies kan zugelaſſen werden; nur muß man nicht den falſchen Begrif damit verbinden, als ob das Auflöſungsmittel allein ſich thätig, und der feſte Körper nur leidend verhielte. Sie wirken beyde in einander. Bisweilen ſind beydes flüßige Körper und dann iſt es gar nicht mehr ſchicklich, den einen als Auflöſungsmittel, den andern als aufgelößt werdenden, zu betrachten. Wenn hingegen der eine feſt iſt, ſo muß der flüßige den ſtärkern Zuſammenhang ſeiner Theile trennen, und in dieſer Rückſicht etwas mehr thun, als jener. Hier iſt es ſehr ſchicklich, den flüßigen das Auflöſungsmittel zu nennen; man muß nur nicht vergeſſen, daß der feſte Körper ebenfalls wirkt, und das Menſtruum auflöſet.

Auflöſungen geſchehen entweder auf dem naſſen Wege, d. i. durch Auflöſungsmittel, die im gewöhnlichen Zuſtande flüßig ſind; oder auf dem trocknen Wege, d. i. durch Schmelzung, wo einer oder beyde Körper erſt durchs Feuer flüßig gemacht werden.

Wenn alle und jede Grundſtoffe beyder Körper mit einander vereiniget werden, ſo iſt die Auflöſung vollkommen. Aus dergleichen vollkommnen Auflöſungen entſtehen durchſichtige Körper, z. B. das Glas aus einer vollkommnen Auflöſung der Erden durch Alkalien auf dem trocknen Wege.

Alle Auflöſungen ſind Wirkungen der Anziehung zwiſchen den Theilen der Körper, Wirkungen der Attraction bey der Berührung, ſ. Attraction. Wenn Auf-

löſung erfolgen ſoll, ſo muß die Anziehung zwiſchen den Theilen verſchiedener Körper ſtärker ſeyn, als der Zuſammenhang der Theile jedes Körpers, einzeln genommen, iſt. Wenn die Anziehung den Zuſammenhang der Theile nur im flüßigen, nicht aber im feſten Körper, zu trennen vermögend iſt, ſo erfolgt nur Adhäſion, ſ. Adhäſion. Die Anziehung zwiſchen Glas und Waſſer vermag nur den Zuſammenhang der Waſſertheile, nicht den der Glastheile zu trennen; daher hängt Waſſer dem Glaſe an, kan es aber nicht auflöſen. So erfolgen Anhängen und Auflöſung aus einerley Grunde. Auch löſen ſich nie Körper auf, die nicht an einander anhängen.

Hieraus läßt ſich leicht das Eindringen des flüßigen Körpers in des feſten innere Theile bey den Auflöſungen erklären. Des feſten Zwiſchenräume ſind eben ſo viele Haarröhren, in welche der flüßige vermöge des Anhängens eindringt, ſ. Haarröhren. Dieſe Erklärung der Newtonianer iſt wenigſtens wahrſcheinlicher, als die von Descartes, welcher hier ſeine ſubtile Materie wirken, und die ſpitzigen Keile der Auflöſungsmitel in die aufzulöſenden Körper hineintreiben ließ.

Man könnte die Auflöſungen in ſolche theilen, wobey blos der Zuſammenhang der aggregirten Theile getrennt wird (ſuperficielle Auflöſung, *Solution*), und in ſolche, wobey dem einen oder beyden Körpern gewiſſe Theile entzogen, und mit Theilen des andern Körpers inniger verbunden werden (weſentliche Auflöſung, *Diſſolution*). Eine ſuperficielle Auflöſung giebt Salz im Waſſer, eine weſentliche Metall im Scheidewaſſer aufgelößt. Im erſten Falle erhält man durch Abſcheidung des unveränderten Auflöſungsmittels den vorigen Körper wieder, im zweyten Falle ſind bey veranſtalteter Abſonderung beyde Körper verändert. Da inzwiſchen beyde Arten aus einerley Grunde erfolgen, ſo hält Macquer für unnöthig, ſie zu unterſcheiden.

Daß oft ganz leichte Flüßigkeiten ſchwere feſte Körper in ſich aufgelößt halten, iſt leicht begreiflich, da die Trennung der vorigen Theile auch die vorige ſpecifiſche

Schwere ändert, und der neue Zuſammenhang weit ſtärker, als die Schwere wirkt.

Macquer chym. Wörterb. Art. Auflöſung, und Leonhardi Anm.

Auflöſungsmittel, Menſtrua, *Menſtrues*, heiſſen diejenigen Körper, welche andere aufzulöſen geſchickt ſind, vornehmlich die flüßigen, welche man zu Auflöſung der feſten gebraucht. Daß eigentlich bey jeder Auflöſung beyde Körper in einander wirken, alſo der aufgelößte Körper allezeit auch das Menſtruum auflöſe, iſt ſchon bey dem Worte Auflöſung bemerkt worden.

Der Name Menſtruum kömmt von dem Wahn der Alchymiſten her, daß eine vollkommne Auflöſung einen philoſophiſchen Monat, oder vierzig Tage Zeit erfordere.

Aufſteigender Knoten, ſ. Knoten.

Aufſteigende Zeichen, ſ. Zeichen.

Aufſteigung, gerade, Rectaſcenſion, Aſcenſio recta, *Aſcenſion droite*. Hierunter wird (Taf. I. Fig. 5.) der Bogen des Aequators ♈D verſtanden, welcher zwiſchen dem Frühlingspunkte ♈ und dem Abweichungskreiſe PSDp eines Geſtirns S enthalten iſt. Der letzte Punkt D dieſes Bogens geht unter dem Aequator der Erde, wo die Sterne unter rechten Winkeln aufgehen, mit dem Sterne S zugleich auf, d. h. er ſteigt mit ihm gerade auf, daher der Bogen, den er begrenzt, den Namen der geraden Aufſteigung erhalten hat.

Die Grade des Aequators werden vom Frühlingspunkte aus von Abend gegen Morgen, oder von der Rechten zur Linken in einem fort gezählt, daher ein Geſtirn nahe an 360° Rectaſcenſion haben kan.

Wenn die gerade Aufſteigung oder Rectaſcenſion eines Sterns ♈D, und ſeine Abweichung DS, ſ. Abweichung, bekannt iſt, ſo wird dadurch die Stelle, die er am Himmel einnimmt, beſtimmt, und von den Stellen aller übrigen Geſtirne unterſchieden; denn es iſt kein Punkt weiter am Himmel, dem eben dieſe Rectaſcenſion und Ab-

weichung zukäme. Daher iſt es für die Sternkunde ſehr wichtig, die Rectaſcenſionen der Geſtirne durch Beobachtungen zu finden.

Die Rectaſcenſion der Sonne wird, wenn man ihre Abweichung durch Beobachtung gefunden hat, ſ. Abweichung, leicht berechnet. Taf. II. Fig. 27. ſey AQ der Aequator, EL die Ekliptik oder Sonnenbahn, S der Ort der Sonne, deren Abweichung SD, die Rectaſcenſion ♈D iſt. Der Winkel S♈D iſt die Schiefe der Ekliptik $= 23° 28' 8''$. Die Auflöſung des Kugeldreyecks S♈D giebt alſo die Rectaſcenſion durch die Formel

$$\text{ſin. Rectaſc.} = \frac{\text{tang. Abw.}}{\text{tang. Schiefe d. Ekl.}}$$

wo es zweydeutig bleibt, ob die Rectaſcenſion unter oder über 90° betrage, und ſüdliche oder negative Abweichungen eine Rectaſcenſion über 180° anzeigen, die unter oder über 270° ſeyn kan, daher man aus andern Umſtänden wiſſen muß, in welchem Quadranten ihrer Bahn die Sonne ſtehe.

Auch aus dem Abſtande der Sonne vom Frühlingspunkte ♈, in dei Ekliptik gerechnet, oder ihrer Länge ♈S (ſ. Länge der Geſtirne), giebt das Dreyeck S♈D ihre Rectaſcenſion durch die Formel

$$\text{tang. Rectaſc.} = \text{tang. Länge} \times \text{coſ. Schiefe d. Ekl.}$$

wo die Rectaſcenſion ſtets in einerley Quadranten mit der Länge fällt. Der Unterſchied zwiſchen der Länge und der geraden Aufſteigung (♈S — ♈D) heißt die Reduction der Ekliptik auf den Aequator. Dafür findet ſich eine Tabelle in der Berliner Sammlung aſtronomiſcher Tafeln, I. B. S. 268 u. f., wo man für jede Länge der Sonne die Reduction aufſchlagen, und mit dem dabeyſtehenden Zeichen zur Länge ſetzen kan, um die Rectaſcenſion zu finden.

Ueberdies findet man auch in den aſtronomiſchen Ephemeriden, namentlich in des Herrn Bode Jahrbüchern, die gerade Aufſteigung der Sonne für den Mittag jedes Tages angegeben.

Die Rectaſcenſion der Sterne findet man aus der Zeit ihres Durchgangs durch den Mittagskreis. Der Punkt D (Taf. I. Fig. 5.) iſt eben derjenige, der mit dem Sterne zugleich in den Mittagskreis kömmt; die Zeit, welche zwiſchen dem Durchgange der Sonne und dem des Sterns verfloſſen iſt, in Bogen des Aequators verwandelt, ſ. die Art. Aequator, Sternzeit, giebt an, was für ein Bogen des Aequators ſich zwiſchen beyden Durchgängen durch den Mittagskreis geſchoben habe, d. i. um wie viel des Sterns Rectaſcenſion größer ſey, als die Rectaſcenſion der Sonne am vorhergehenden Mittage. Dieſer Bogen, zur Rectaſcenſion der Sonne addirt, giebt alſo die des Sterns. Kömmt hiebey mehr als 360°, ſo muß man nur den Ueberſchuß über 360° behalten, weil im Aequator nie weiter gezählt, ſondern bey 360° von neuem angefangen wird. Man hatte nemlich ♈DQA♈D gefunden, da man nur ♈D finden wollte.

Aus gleichen Gründen giebt die Zeit, welche zwiſchen den Durchgängen zweener Sterne durch den Mittagskreis verfließt, in Bogen des Aequators verwandelt, den Unterſchied zwiſchen den geraden Aufſteigungen beyder Sterne. Iſt nun die des einen bekannt, ſo findet man daraus die des andern, daß alſo die Beſtimmung der Rectaſcenſionen der Sterne lediglich von den Beobachtungen der Zeit ihres Durchgangs durch den Mittagskreis abhängt.

Da in vier Sekunden Zeit ein Bogen von einer Minute durch den Mittagskreis gehet, ſo giebt ein Beobachtungsfehler von 4 Sek. eine ganze Minute Irrthum in der geraden Aufſteigung. Man ſieht hieraus, wie genaue Abmeſſungen der Zeit zu dieſer Beſtimmung der geraden Aufſteigungen nöthig ſind. Die Alten hatten hiezu keine Mittel; ihre Waſſeruhren (clepſydrae) reichten bey weitem nicht an eine ſolche Genauigkeit. Sie beſtimmten daher die Stellen der Sterne durch Armillen oder Ringe, welche mit Hülfe der Sonne in eine dem Aequator und der Ekliptik am Himmel ähnliche Stellung gebracht wurden, und dann vermittelſt eines auf den Stern gerichteten Diopterlineals deſſen Lage gegen den Aequator oder die Ekliptik

angaben. Durch ſolche Hülfsmittel ſuchten ſie an Tagen, da Sonne und Mond zugleich ſichtbar waren, zuerſt den Unterſchied der geraden Aufſteigungen dieſer beyden Geſtirne, und dann nach Untergang der Sonne den Unterſchied derſelben für den Mond und die nun ſichtbar gewordenen Sterne. Da der Mond ſeine Stelle ſehr geſchwind ändert, und ihnen die Ungleichheiten ſeines Laufs nur unvollkommen bekannt waren, ſo kamen durch dieſe unſichere Methode ſehr große Fehler in ihre Beſtimmungen. Tycho, der noch immer Armillen für den Aequator gebrauchte, wählte ſtatt des Mondes die Venus, welche langſamer fortrückt, und beſtimmte ſo die Stellen von 777 Fixſternen genauer, als Hipparch und Ptolemäus gethan hatten. Aber erſt die Erfindung beſſerer Uhren hat die Aſtronomen in den Stand geſetzt, die Rectaſcenſionen der Sterne, und dadurch die wahren Stellen, die ſie am Himmel einnehmen, richtiger anzugeben, und in die Catalogen einzutragen, von welchen wir unter dem Artikel: **Fixſternverzeichniſſe**, reden werden.

Aufſteigung, ſchiefe, Aſcenſio obliqua, *Aſcenſion oblique*. Der Bogen des Aequators ♈ O, Taf. II. Fig. 24., welcher zwiſchen dem Frühlingspunkte ♈ und dem mit einem Geſtirne S zugleich aufgehenden Punkte O enthalten iſt. Jedes Geſtirn hat unter andern Polhöhen andere ſchiefe Aufſteigungen.

Der Unterſchied der geraden und ſchiefen Aufſteigung eines Geſtirns heißt ſeine Aſcenſionaldifferenz, von der ein eigner Artikel handelt. Dieſe iſt wichtiger, als die ſchiefe Aufſteigung ſelbſt. Es iſt aber

ſchiefe Aufſt. = gerade Aufſt. — Aſc. Diff.

wo man bey negativem Werthe der Aſcenſionaldifferenz, ſtatt zu ſubtrahiren, addiren muß.

Aufthaupunkt, ſ. Thermometer.

Aufthauen des Eiſes, ſ. Thauwetter.

Auge, Oculus, *Oeil*. Das Werkzeug des Sehens. Bey der Beſchreibung dieſes großen Meiſterſtücks

der Natur ſchränke ich mich blos auf das menſchliche Auge und die Theile des Augapfels ſelbſt ein. Die unzählbaren Verſchiedenheiten in der Anzahl und dem Bau der Augen der Thiere und die Beſchreibung der Bedeckungen und Nebentheile des Augapfels gehören mehr für die Naturgeſchichte und Zergliederungskunſt.

Der Augapfel (bulbus oculi) liegt in der kegelförmig gebildeten Augenhöhle (orbita), ragt nur wenig aus derſelben hervor, und wird am vordern Theile durch die beyden Augenlieder (palpebrae) gehalten und gegen äuſſere Verletzungen und allzuheftiges Licht geſchützt. Er hat ziemlich die Geſtalt einer Kugel, iſt aber am vordern Theile bey AA, Taf. II. Fig. 28. mehr erhaben. Er iſt hart, und wegen ſeiner runden Geſtalt in dem weichen Fette in welchem er liegt, leicht beweglich. Hinten hängt er am Sehnerven (nervus opticus). Der Durchmeſſer des Augapfels beträgt bey einem erwachſenen Menſchen etwa 11$\frac{1}{3}$ pariſer Linien. Er wird durch ſechs Muskeln bewegt, deren vier gerade, zween ſchief wirken.

Seine Haupttheile ſind drey Häute (tunicae), die harte Augenhaut, braune Haut und Netzhaut, und drey ſogenannte Feuchtigkeiten (humores), die wäſſerichte, gläſerne und kryſtallene.

Die harte Augenhaut (ſclerotica, *cornée opaque*) iſt eine ſtarke, dicke, elaſtiſche Haut, welche den äußern Umſchluß des ganzen Augapfels ausmacht. Sie iſt weiß und faſt ganz ohne Gefäße. Hinten beym Eintritte des Sehnerven iſt ſie auf eine Linie dick, gegen den vordern Theil wird ſie dünner, bis in die Gegend AA. Bis dahin iſt ſie auch undurchſichtig; bey AA wird ſie wieder ſtärker, erhebt ſich zu einer rundern Geſtalt, und wird durchſichtig. Dieſer durchſichtige Theil heißt die Hornhaut (Cornea, *cornée transparente*). Der Sehnerve N geht durch ein rundes Loch der harten Haut hindurch, und dieſe Haut hängt hier mit der aus der dicken Hirnhaut (dura mater) entſprungnen äußern Hülle des Sehnerven zuſammen. Die innere Lamelle der harten Haut entſpringt aus der innern Hülle des Sehnerven, welche eine Fort-

ſetzung der dünnen Hirnhaut (pia mater) iſt, und ſich bis an die Hornhaut erſtreckt. Den vordern Theil des Augapfels, auch die Hornhaut ſelbſt, bedeckt noch von außen die angewachſene Haut (tunica adnata ſ. conjunctiva), welche mit der innern Haut der Augenlieder einerley iſt. Unter dieſe letztere ſetzen noch viele Zergliederer eine weiße Haut (albuginea), welche von den tendinöſen Verlängerungen der Augenmuskeln, oder auch von einer Fortſetzung ihrer Membranen herkommen, und die Weiße des Augapfels verurſachen ſoll: Zinn aber läugnet ſie, und ſchreibt die Weiße der harten Haut ſelbſt zu.

Die braune Haut, Gefäßhaut, Aderhaut (chorioides, *choroide, Uvée*) liegt unter der harten Haut, iſt weich, zart, und mit Gefäßen und Zellgewebe verſehen, mit welchem ſie an der harten Haut anhängt, und ſo vom Rande des Sehnerven bis an die Hornhaut fortläuft. Von außen iſt die braune Haut mit einem dunkeln, aber die Finger nicht ſchwärzenden Ueberzuge, auf der innern Fläche aber mit einem ſchwarzen Leime bekleidet. Nach Wegnehmung dieſes Leims findet man der braunen Haut innere Fläche rauch und zaſericht. Dieſe Haut entſteht nicht aus der dünnen Hirnhaut, ſondern hängt mit der innern Hülle des Sehnerven durch Zellgewebe zuſammen, und umſchließt die kegelförmige Warze, mit welcher ſich das Mark dieſes Nerven endigt, genau. Nach Ruyſch ſoll ſich die braune Haut in zwo Lamellen theilen laſſen, deren innere nach ihm tunica Ruyſchiana genannt worden iſt. Albinus, Haller und Zinn aber läugnen dieſe Theilbarkeit der braunen Haut, und räumen ſie nur in den Augen einiger Thiere ein. Am vordern Theile gegen die Hornhaut zu befindet ſich an der äußern Seite der braunen Haut das Stralenband (ligamentum ciliare, plexus ciliaris Lieutaudii, annulus celluloſus Zinnii), ein weißlicher Ring, ohngefähr eine Linie breit und von beträchtlicher Dicke, welcher die braune Haut mit dem um die Hornhaut herumgehenden ſchwarzen Ringe der harten Haut verbindet. Aus dieſem Stralenbande entſtehen nun die weiter einwärts gehenden und bis an den Rand der

Kryſtallinſe reichenden Stralenfaſern (proceſſus ciliares), welche um die Kryſtallinſe herum einen ſehr ſchönen geſtreiften Ring, den Stralenkörper (corpus ciliare) bilden, der gegen die Schläfe zu etwa 2 Lin. breit, gegen die Naſe zu ſchmäler iſt. Am äußern Umkreiſe iſt dieſer Ring noch ganz mit dem ſchwarzen Leime bekleidet, der die braune Haut bedeckt; gegen die Kryſtallinſe zu wird er ſchwarz und weiß geſtreift oder geflammt, weil ſich der Leim zwiſchen die Faſern oder Falten legt, und die hervorragenden Theile weiß läßt. Dieſer von den Stralenfaſern gebildete Ring legt ſich um den Rand der Kryſtallinſe, und faſſet denſelben von beyden Seiten ein. In dieſem Stralenkörper entdeckte Fontana einen neuen Kanal, den der jüngere Murray genauer uuterſucht hat. Er iſt dreyſeitig, und füllt denjenigen Raum aus, welcher zwiſchen dem Stralenringe und dem Rande der harten Augenhaut, wo die Hornhaut aufliegt, befindlich iſt. Es iſt unterdeſſen dieſer Stralenkanal (Canalis ciliaris) im Kälberauge deutlicher, als in dem menſchlichen. Ueber die Natur der Stralenfaſern ſind die Meynungen der Zergliederer auf eine beſondere Weiſe getheilt. Man hält ſie bald für vaskulös, bald für muskulös, bald für nervicht. Zinn verſichert, ſelbſt mit dem ſtärkſten Vergrößerungsglaſe keine muskulöſen Faſern, ſondern nur Gefäße darinn gefunden zu haben, welche unmittelbar aus den Gefäßen der braunen Haut entſprängen. Er verſichert auch, ſie ausgeſpritzt zu haben, und erklärt ſie daher für eine Fortſetzung der braunen Haut. Lieutaud hält ſie für Fortſätze aus dem Stralenbande, welches nach ihm nervicht iſt. Sehr viele haben ſie muskulös angenommen, wohin Boerhave und einige Schüler von Albinus zu rechnen ſind. Zwiſchen den Stralenfaſern und der Hornhaut liegt die Regenbogenhaut, der Augenſtern (Iris), deren hintere, mit ſchwarzem Leime bekleidete, Fläche oft auch die Traubenhaut (uvea) genennt wird. In ihrer Mitte, jedoch etwas mehr gegen die Naſe zu, befindet ſich ein kreisrundes Loch, die Oefnung des Augenſterns, die Sehe (pupilla, *pupille, prunelle*), wodurch das Licht ins

Auge fällt. Nach Lieutaud iſt die Iris eine Fortſetzung der innern Lamelle der braunen Haut, nach Zinn eine beſondere Haut, die am Stralenbande mit der harten zuſammenkömmt. Ihre vordere Seite zeigt bunte geſchlängelte Streifen, die vom Umkreiſe gegen den Rand der Oefnung laufen. Die hintere Seite zeigt, vom ſchwarzen Leime gereiniget, gerade Streifen, die gegen die Oefnung zu dünner werden, auch länger ſind, als die Streifen der Vorderſeite, daher die Oefnung des Sterns hinten enger, als an der Vorderſeite, iſt. Gegen die Oefnung werden die Streifen dünner, und bilden ein zartes Häutchen, das die Oefnung umringt. Einige, z. B. **Ruyſch** und **Heiſter**, haben auch ringförmige Fibern um den Rand der Pupille finden, und dieſe ſowohl als die geraden Streifen für muskulös erklären wollen. Sie haben hieraus die Verengerung und Erweiterung der Pupille bey ſtärkerm und ſchwächerm Lichte hergeleitet, und jene den geraden, dieſe den ringförmigen Fibern zugeſchrieben. Zinn erklärt das, was man für ringförmige Fibern angeſehen habe, für kleine Arterien; doch iſt er nicht abgeneigt, eine muskulöſe Structur der Iris anzuerkennen; **Haller** hingegen ſpricht der Iris die Reizbarkeit gänzlich ab, und erklärt die Verengerung und Erweiterung der Pupille blos durch den ſchwächern oder ſtärkern Zufluß der Säfte in die feinen Gefäße (vaſa decolora) dieſer Haut.

Die **Netzhaut**, **Markhaut** (retina, *Rétine*) iſt eine Verbreitung des ins Auge eingetretenen Markes des Sehnerven. Dieſer tritt ein wenig unter dem der Pupille gegenüberſtehenden Punkte, nicht in der Mitte, ſondern ziemlich weit einwärts gegen die Naſe zu, ein, wird merklich dünner, und geht durch die Siebplatte (lamina cribroſa), welche in der Höhlung der harten Haut liegt, und die durch ihre Löcher, deren man auf dreyßig zählt, das Mark des Nerven durchläßt. Mitten durch den Nerven und dieſes Häutchen läuft die Centralarterie und eine Blutader. Gleich nach dem Durchgange durch dieſes Häutchen endigt ſich der Nerve nach **Winslow** und den meiſten Zergliederern in eine weiße kegelförmige Warze, von

der aber Zinn ſagt, er habe ſie nie deutlich wahrnehmen können. Von hier aus bilden die durch die Siebplatte gegangenen Büſchel durch ihre Vereinigung eine Haut, welche ſich an die braune Haut anlegt, und die ganze innere Fläche derſelben bis an den Urſprung der Stralenfaſern umkleidet. Die an der braunen Haut anliegende Seite derſelben iſt markartig, weich und zart, die innere Seite membranöſer und feſter. Das Mark des Sehnerven iſt, wie das Hirnmark, wovon es eine Fortſetzung iſt, grau, und, wo es ſich in die Netzhaut verbreitet, ſehr zart und durchſichtig; im Alter wird es undurchſichtiger, und da die Netzhaut an dem ſchwarzen Leime der braunen Haut anliegt, ſo kömmt es daher, daß der Grund des Auges bey Kindern ſchwarz, um das dreyßigſte Jahr grau, und im Alter faſt weiß ausſiehet.

Die wäſſerichte Feuchtigkeit (humor aqueus, *humeur aqueuſe*) erfüllt den vordern Theil des Auges I I, der ſich von der Hornhaut bis an die Vorderſeite der Kryſtallinſe erſtreckt, und von den meiſten in die vordere Kammer zwiſchen der Hornhaut und Jris, und die hintere Kammer zwiſchen der Jris und Kryſtallinſe eingetheilt wird, obgleich einige mit **Winslow** und **Lieutaud** die hintere Kammer verwerfen und die Jris an der Kryſtallinſe unmittelbar anliegend annehmen. Die wäſſerichte Feuchtigkeit treibt die Hornhaut auf, macht, daß ſie ſich mehr ründet, drückt auch nach einigen die Kryſtallinſe ein wenig von der Jris ab, wodurch eben die hintere Kammer, welche wenigſtens ſtets ſehr klein iſt, gebildet werden ſoll. Sie iſt ein dünner, durchſichtiger, etwas ſalziger Liquor, der durch die Zwiſchenräume der Hornhaut verdünſtet, und durch den Zufluß aus den Gefäßen immer wieder erſetzt wird.

Die gläſerne Feuchtigkeit (humor vitreus, *humeur vitrée*) nimmt den hintern Raum des Auges V V ein, der ſich von der Kryſtallinſe und den Stralenfaſern bis an den Eintritt des Sehnerven erſtreckt. Sie iſt eine durchſichtige gallertartige Maſſe, von einer ſehr feinen celluloſen Structur, in deren Zwiſchenräumen ſich ein durch-

ſichtiger, der wäſſerichten Feuchtigkeit ähnlicher, aber gallertartiger, Liquor befindet. Sie iſt mit einem zarten Häutchen (tunica vitrea, hyaloides) umgeben, aus welchem auch die Lamellen ihres innern zelligen Baues entſpringen. Eben da, wo die Stralenfaſern anfangen, geht aus dieſem Häutchen zwiſchen dem Stralenkörper und der gläſernen Feuchtigkeit ein anderes feines Häutchen (membrana coronae ciliaris Zinn.) hervor, und bis an die Kryſtallinſe fort, in deren Kapſel es ſich einfügt. Es iſt mit ſtarken Fibern durchſchnitten, welche kürzer, als das Häutchen ſelbſt ſind. Durch den dreyeckichten Raum, den dieſes Häutchen, die fortgehende gläſerne Feuchtigkeit, und ein Theil der Vorderfläche der Kryſtallinſe zwiſchen ſich leer laſſen, wird der Petitiſche Canal (*Canal godronné*) gebildet, den die gedachten Fibern ſtellenweis zuſammenziehen, daher er, durch eine Oefnung aufgeblaſen, nur an den Stellen anſchwillt, wo die Fibern nicht ſind.

Die **Kryſtallinſe** CC (lens cryſtallina, *Cryſtallin*) wird zwar unter die Feuchtigkeiten des Auges gezählt, iſt aber vielmehr ein feſter durchſichtiger Körper, wie ein auf beyden Seiten erhabnes Glas geſtaltet, und liegt am vordern Theile der gläſernen Feuchtigkeit, welche daſelbſt ſo ausgehöhlt iſt, daß die erhabne hintere Fläche der Kryſtallinſe bis an den Rand in dieſer Höhlung liegen kan. Der Kryſtallinſe hintere Seite iſt mehr erhaben, als die vordere; beyde Seiten aber werden mit zunehmendem Alter immer flächer. Sie beſteht aus mehreren mit Gefäßen verſehenen ſphäriſchen Lamellen von denen die äußern weicher, die innern, welche den Kern ausmachen, dichter ſind; dieſe Lamellen verbindet eine feine zellige Subſtanz, in deren Zellen ſich Waſſer befindet. Bey neugebohrnen Kindern iſt die Kryſtallinſe röthlich, wird aber bald farbenlos, und nach dem dreyßigſten Jahre von Zeit zu Zeit gelblicher. Das Gelbwerden fängt im Kerne an, und verbreitet ſich nach und nach in die äußern Lamellen. Auch wird die Linſe im Alter härter und flächer, weil die Gefäße nicht mehr ſo viel Feuchtigkeit zuführen. Sie iſt in eine durchſichtige Kapſel eingeſchloſſen, welche am vordern

Theile ſtark, feſt und elaſtiſch, am hintern Theile ſchwächer und weicher iſt, und mit Zellgewebe an dem Häutchen der gläſernen Feuchtigkeit anhängt. Zwiſchen der Kapſel und der Linſe befindet ſich eine Feuchtigkeit. Wenn dieſe vertrocknet, ſo wird die Linſe verdunkelt, und wächſt mit der Kapſel zuſammen. Aus den Stralenfaſern ſowohl, als aus der Centralarterie, die ſich am hintern Theile der Linſe in mehrere Aeſte theilt, kommen die Gefäße, welche die Linſe unterhalten und mit den zu ihrer Durchſichtigkeit nöthigen Säften verſehen.

Nach den von Petit an vielen Augen angeſtellten Meſſungen giebt Jurin (Abhdl. vom deutlichen Sehen, in Smiths Lehrbegr. der Optik durch Käſtner. S. 486.) in Decimallinien des engliſchen Zolles

Den Halbmeſſer der Krümmung der Hornhaut insgemein -	3,3294 Lin.
— — — der vordern Krümmung des Kryſtalls, ein Mittel aus 26 Augen genommen -	3,3081 —
— — — der hintern, eben ſo gefunden - -	2,5056 —
Gröſte Dicke des Kryſtalls, aus eben den Augen - -	1,8525 —
Axe der Hornhaut und der wäſſerichten Feuchtigkeit zuſammen, insgemein	1,036 —

Ein ſo bewundernswürdig gebautes Werkzeug hat uns der Urheber der Natur zum Behuf eines Sinnes gegeben, durch welchen wir die meiſten Begriffe erhalten und die ſchätzbarſten Erfahrungen über die Dinge außer uns anſtellen. Auf dieſes Werkzeug wirken die äußern Körper vermittelſt des Lichts nach den Geſetzen der Brechung. Dieſe Wirkung ſelbſt iſt noch ein Gegenſtand dieſes Artikels; was aber unſere Empfindungen bey derſelben und unſere Urtheile über dieſe Empfindungen betrift, ſoll dem Artikel: Sehen, vorbehalten bleiben.

Da das Licht von jedem Punkte eines ſichtbaren Körpers nach allen Richtungen in geraden Linien ausgehet,

ſ. **Licht, Lichtſtralen**, ſo wird man ſich Taf. III. Fig. 29. die vordere Fläche der Hornhaut KK, als die Grundfläche der Stralenkegel AKK, BKK, CKK, vorſtellen können, deren Spitzen in den Punkten A,B,C des ſichtbaren Körpers liegen. Dieſe Stralenkegel dringen durch die Hornhaut und wäſſerichte Feuchtigkeit; ein Theil ihrer Stralen wird zwar von der vorliegenden Jris aufgefangen; das auf die Pupille fallende Licht aber trift die Kryſtallinſe HH, dringt durch dieſelbe und durch die gläſerne Feuchtigkeit bis an die Netzhaut in a b c durch, und leidet bey ſeinem Durchgange durch vier verſchiedene Mittel, nemlich die Hornhaut und die drey ſogenannten Feuchtigkeiten, vier Brechungen, ſ. **Brechung der Lichtſtralen.**

Dieſe Brechungen genau zu berechnen, iſt im Allgemeinen unmöglich, da die Größe der Brechung in jeder Feuchtigkeit nicht genau genug beſtimmt, auch nicht jedes Auge dem andern hierinn vollkommen ähnlich iſt. Es läßt ſich aber überſehen, daß die Brechung in der Hornhaut wegen der Geſtalt und Dünne derſelben unbedeutend iſt; daß ferner die divergirenden Stralen der Kegel AKK, BKK, CKK, in der wäſſerichten Feuchtigkeit und noch mehr in der weit ſtärker brechenden und wie ein erhabnes Linſenglas wirkenden Kryſtallinſe ſehr convergirend werden müſſen, ſ. **Linſengläſer.** Man wird alſo erwarten, die Stralen eines jeden Kegels in einiger Entfernung von der Linſe wieder in einen Punkt vereiniget zu finden. Dieſe Vereinigungspunkte ſind in der Figur mit a, b, c bezeichnet.

Es geht auf dieſe Art im Auge eben das vor, was im verfinſterten Zimmer geſchieht, deſſen Oefnung mit einem erhabnen Glaſe verſehen iſt, ſ. **Zimmer, verfinſtertes.** Die aus einem Punkte des ſichtbaren Gegenſtandes kommenden Stralen vereinigen ſich hinter der Kryſtallinſe wieder, und bilden, wenn dieſer Vereinigungspunkt genau auf die Netzhaut trift, auf derſelben den Punkt deutlich ab; aus den Bildern mehrerer Punkte a, b, c entſteht, wie die Figur deutlich zeigt, ein umgekehrtes Bild des

Gegenſtandes ABC, wie im verfinſterten Zimmer umgekehrte Bilder der Gegenſtände auf der dem Glaſe gegenüberliegenden Wand entſtehen. Auch iſt der innere mit der gläſernen Feuchtigkeit erfüllte Raum des Auges einem ſolchen Zimmer völlig ähnlich, und wird durch den ſchwarzen die braune Haut von innen bekleidenden und durch die durchſichtige Netzhaut durchſcheinenden Leim verdunkelt.

Dieſe Aehnlichkeit des Auges mit dem verfinſterten Zimmer, welche Porta (De refractione, optices parte libri IX. Neapol. 1583. 4.) zuerſt entdeckt hat, leitete die Naturforſcher auf beſſere Wege zur Erklärung des Sehens, und bewies, daß dabey etwas von außen her ins Auge komme, da unter den Alten viele geglaubt hatten, die Stralen giengen vom Auge aus, wie etwa der Stock, durch den man etwas befühlt, von der Hand ausgeht. Porta ſelbſt war inzwiſchen von der richtigen Erklärung noch weit entfernt. Er nahm die Oeffnung des Sterns für das Loch im Laden des Zimmers und die Kryſtallinſe für die Wand an, auf welcher ſich das Bild abmahle; er behauptete auch dieſer Theorie gemäß, daß von jedem Punkte der Sache nur ein einziger Stral ins Auge komme.

Kepler, der ſo viel neue Wahrheiten gelehrt hat, lehrte auch zuerſt (Paralipomena ad Vitellionem, Frf. 1604. 4. cap. 5.) die Art und Weiſe der Entſtehung des Bildes richtig. Er zeigte, daß es auf die Netzhaut falle, und daſelbſt deutlich ſeyn müſſe, wenn man deutlich ſehen ſolle. Er war der erſte, der aus jedem Punkte des Gegenſtandes mehrere einen Kegel bildende Stralen ins Auge kommen, und durch den Punkt ihrer Wiedervereinigung den Ort beſtimmen ließ, in welchem ſich das deutliche Bild des ſtralenden Punkts entwirft. Scheiner in Rom ſetzte endlich im Jahre 1625 dieſe Kepleriſche Erklärung ganz außer Zweifel. Er ſchnitt von einem Ochſen- oder Schaafauge die hintern Häute bis auf die Netzhaut weg, und erblickte nun die Bilder ſolcher Gegenſtände, die ſich in der gehörigen Entfernung befanden, auf der bloßen Netzhaut

deutlich abgemahlt. Eben dies nahm er auch an einem menſchlichen Auge wahr.

Inzwiſchen muß man ſich hüten, die Aehnlichkeit des Auges mit dem verfinſterten Zimmer allzuweit zu treiben, ſich etwa die Seele als den Zuſchauer vorzuſtellen, der das Bild betrachtet, und zu glauben, das, was ſie empfindet, ſey das auf der Netzhaut entworfene Bild ſelbſt. Dieſes Bild zu ſehen, müſte ſie noch ein zweytes Auge haben, womit ſie das Bild im erſten anblicken könnte. Deutliches Bild und deutliches Sehen ſind zwar unzertrennlich mit einander verknüpft; allein nur als zwo Wirkungen einer und ebenderſelben Urſache. Die genaue Wiedervereinigung der Stralen, welche aus einerley Punkte des ſichtbaren Körpers ausgiengen, iſt die Urſache der Deutlichkeit des Bildes und der Deutlichkeit des Sehens zugleich, ſ. Sehen.

Die Deutlichkeit des Bildes auf der Netzhaut wird geſtört, wenn die Vereinigungspunkte nicht genau auf dieſelbe treffen, ſondern entweder vor ihr, oder hinter ihr liegen. Beyſpiele beyder Fälle geben Fig. 30. und 31. Taf. III. In Fig. 30. haben ſich die Stralen des Kegels BKK ſchon vor der Netzhaut bey b vereiniget, und durchkreuzt; in Fig. 31. erreichen ſie einander bey b erſt hinter der Netzhaut. In beyden Fällen bilden ſie ſtatt des Punkts B einen Kreis ab, der die Linie ac zum Durchmeſſer hat. Man ſieht aber leicht, daß ein Bild undeutlich werden muß, wenn ſich jeder Punkt deſſelben in einen Kreis ausbreitet. Mit dieſem undeutlichen Bilde nun entſteht auch zugleich undeutliches Sehen.

Entfernte Gegenſtände ſenden von jedem ihrer Punkte einen Stralenkegel ins Auge, deſſen Stralen nahe am Auge keine merkliche Divergenz zeigen, eben darum, weil ſie, rückwärts betrachtet, erſt in einem entfernten Punkte zuſammenlaufen. Ein ſolcher Kegel läſt ſich alſo als ein Stralencylinder anſehen, deſſen Stralen parallel laufen. So iſt BKK, Fig. 30. vorgeſtellt. Rückte der geſehene

Punkt näher, etwa bis C heran, ſo würde der Vereinigungspunkt ſeiner nun divergirenden Stralen weiter hinter b hinausrücken (ſ. Linſengläſer), u. auf die Netzhaut fallen, und das Bild würde deutlich ſeyn. Ein Auge, wie Fig. 30. ſieht alſo nur in der Nähe, nicht in der Ferne deutlich. Die ſolche Augen haben, heißen Kurzſichtige, Myopen (myopes). Die letztere Benennung kömmt von dem Zuſammenſchließen oder Blinzen der Augenlieder, womit ſie die Augen vor dem einfallenden vielen Lichte zu ſchützen ſuchen, u. welches man an den Augen der Mäuſe ebenfalls bemerkt. Der Punkt C, in welchem ſie die Gegenſtände deutlich ſehen (punctum viſionis diſtinctae), liegt allzunahe vor ihren Augen. Gemeiniglich iſt ihre Hornhaut erhabner und ihre Pupille weiter eröfnet. Eine allzu convexe oder zu dichte Kryſtallinſe, welche parallele Stralen zu ſtark bricht, und alſo zu ſchnell vereiniget, oder ein allzugroßer Abſtand der Linſe von der Netzhaut ſind die unmittelbaren Urſachen der Kurzſichtigkeit. Hohlgläſer zerſtreuen die parallelen Stralen, und machen, daß ſie ſo divergiren, als ob ſie aus dem Zerſtreuungsraume dieſer Gläſer herkämen, ſ. Linſengläſer. Hält daher ein Kurzſichtiger ſeinem Auge ein Hohlglas ſo vor, daß deſſen Zerſtreuungsraum in die Gegend von C (dem Punkte des deutlichen Sehens für ſein Auge) fällt, ſo empfängt er die Stralenkegel ſo, als ob ſie aus der Gegend von C kämen, und ſieht auch entfernte Dinge deutlich.

Naher Gegenſtände Punkte hingegen ſenden Stralen aus, die noch beym Eintritte ins Auge merklich divergiren, wie BKK, Fig. 31., deren Vereinigungspunkte alſo weiter hinter die Linſe fallen, als die der parallelen Stralen, ſ. Linſengläſer. Rückte B in eine größere Entfernung hinaus, ſo würde der Vereinigungspunkt b näher rücken, und endlich die Netzhaut ſelbſt treffen, alſo ein deutliches Bild geben. Ein Auge, wie Fig. 31., ſieht alſo nur in der Ferne, nicht in der Nähe, deutlich. Diejenigen, deren Augen ſo gebildet ſind, heißen Weitſichtige, Presbyten (bresbytae), weil man dieſen Fehler

gewöhnlich an den Augen alter Perſonen findet. Man zählt ſchon diejenigen zu den Presbyten, die eine Sache, um ſie deutlich zu ſehen, einen Schuh weit vom Auge entfernen müſſen. Manche müſſen ſie 2—3 Schuh weit abhalten. Die Presbyten haben insgemein eine flache Hornhaut, eine flache Kryſtallinſe und ein kurzes Auge, in welchem die Netzhaut der Linſe zu nahe ſteht. Bey alten Leuten iſt auch die Pupille enger, und die Linſe platter und trockner. Erhabne Gläſer machen, daß die Stralen aus nahen Punkten nach dem Durchgange ſo gehen, als ob ſie aus entferntern Punkten herkämen, ſ. Linſengläſer, Brillen. Daher bedienen ſich Weitſichtige und Alte der Brillen, um auch nahe Dinge deutlich zu ſehen.

Dieſe Fehler der Augen, und die ſchon längſt bekannten Mittel, ihnen durch Gläſer abzuhelfen, hat vor Keplern (Paralip. in Vitell. p. 200.) niemand richtig erklären können. Da man aus jedem Punkte nur Einen Stral ins Auge kommen ließ, ſo konnte man auf die richtige Idee von Vereinigungspunkten nicht kommen. Kepler verſichert, daß er dieſer Sache drey Jahre lang nachgedacht habe

Für jedes Auge muß es eine gewiſſe Weite geben, in welcher es in ſeinem natürlichen Zuſtande und ohne alle Anſtrengung deutlich ſiehet. Dieſe Weite (diſtantia viſionis diſtinctae) iſt faſt für jedes Auge eine andere; die Optiker pflegen ſie zwar für ein gutgebautes Auge im Durchſchnitte auf 8 Zoll zu ſetzen, Jurin aber nimmt 15 bis 16 engl. Zoll an, und ſie kan, zumal für weitſichtige Augen, vielleicht noch gröſzer ſeyn. Das Auge beſitzt ein Vermögen, ſeine Einrichtung zu ändern, und dadurch auch noch auf größere und kleinere Weiten vollkommen deutlich zu ſehen. Weil es aber auch noch einige Undeutlichkeit vertragen kan, ſo laſſen ſich dieſe Weiten noch mehr aus einander rücken, daß ſich alſo die Grenzen, in welchen ein gutgebautes und ſeine Einrichtung ſtark zu ändern fähiges Auge mit ziemlicher Deutlichkeit ſehen kan, ungemein weit erſtrecken.

Worinn aber dieſes Vermögen des menſchlichen Auges, ſeine Einrichtung für nähere und entferntere Gegenſtände zu ändern, eigentlich beſtehe, darüber ſind die Meinungen ſehr getheilt. Kepler (Dioptr. prop. 64.) glaubte, wenn man nahe Gegenſtände betrachte, ſo mache der Stralenkörper (corpus ciliare) durch ſeine Zuſammenziehung das Auge länger, indem er die gläſerne Feuchtigkeit drücke, welche daher die Kryſtallinſe vorwärts treibe, und weiter von der Netzhaut entferne. Dieſe Meinung hat Porterfield (Treatiſe on the eye. Edinb. 1759. II. Vol. 8.) mehr ausgeſchmückt, und behauptet, im natürlichen Zuſtande ſey der Stralenkörper ſchlaff und das Auge kürzer, daher man entfernte Gegenſtände ohne Anſtrengung betrachten könne; nahe Gegenſtände deutlich zu ſehen, müſſe der Stralenkörper zu Verlängerung des Auges wirken, daher es durch dieſe Anſtrengung ermüde. Scheiner und Descartes (Dioptr. c. 3.) nahmen an, durch die Zuſammenziehung des Stralenkörpers werde vielmehr die Geſtalt der Kryſtallinſe ſelbſt converer; und überhaupt, ſagt der letztere, wird die Figur des Auges, ja ſogar eines Theils vom Gehirn verändert, wodurch die Seele die Entfernungen zu ſchätzen weiß. Dieſer Meinung, in ſo fern ſie die Kryſtallinſe betrift, iſt Jurins Hypotheſe (vom deutl. Sehen im Smith nach Käſtner S. 497.) gerade entgegengeſetzt. Er meint, für entlegnere Sachen zögen ſich die Stralenfaſern zuſammen, und brächten die vordere Seite der Kapſel der Kryſtallinſe etwas vorwärts und auswärts, dadurch fließe das Waſſer in der Kapſel von der Mitte nach dem erhabnen Theile hin, die wäſſerichte Feuchtigkeit aber von dem erhabnen Theile der Kapſel nach der Mitte, und die Vorderfläche der Linſe werde weniger conver. Für nähere Gegenſtände wirke ein Muskelring an der Iris, der die Hornhaut erhabner mache. Pemberton glaubt, die Kryſtallinſe ſelbſt ſey mit muskulöſen Fibern verſehen, welche ihren Flächen die für die Entfernung der Gegenſtände gehörige Krümmung gäben. Muſſchenbroeck (Introd. ad philoſ.

nat. To. II. §. 1884.), oder vielmehr Albinus, von dem die anatomiſchen Stellen dieſes Buchs herrühren, ſucht die Urſache in der corona ciliari, welche bey nahen Gegenſtänden erſchlaffe, daher die von den Häuten gepreßte gläſerne Feutigkeit die Kryſtallinſe vordrücke und von der Netzhaut entferne, wodurch auch die Linſe ſelbſt flächer werde. Camper nimmt eine durch den Petitiſchen Canal bewirkte Veränderung der Geſtalt der Linſe an, und Sauvages glaubt, dieſer Canal werde, wenn wir etwas ſcharf betrachten, von elektriſcher Materie aufgetrieben. Molinet behauptete, die vier geraden Augenmuskeln zögen bey entfernten Gegenſtänden die harte Haut zuſammen und verkürzten das Auge; Bohn und Boerhave, ſie zögen die harte Haut von der Hornhaut ab, und verlängerten das Auge für nahe Gegenſtände; andere haben theils die eine, theils die andere Wirkung den ſchiefen Augenmuskeln zugeſchrieben. De la Hire (Sur les differens accidens de la vue. Mém. de l'acad. de Paris. 1749.) behauptete, es ſey zum Deutlichſehen in verſchiedenen Entfernungen blos eine verſchiedne Eröfnung der Pupille nöthig, die ſich bey Betrachtung naher Gegenſtände merklich verengert. Dieſe Meinung, die ſchon längſt verworfen war, haben le Roi (Mém, de Paris 1755.) und v. Haller (Elem. Phyſiolog. ed. Lauſann. 1763. gr. 4. To. V. p. 516.) wieder erneuert. Die Stralenfaſern, ſagen ſie, ſind zu ſchwach, hängen auch nicht an die Linſe an, und ſind nicht muskulös, und bey dem großen Umfange der Grenzen des deutlichen Sehens mancher Augen müſſen die Wirkungen weit beträchtlicher ſeyn, als Bewegung und Veränderung der Geſtalt der Linſe ſie je hervorbringen könnten. Haller behauptet, es ſey im Auge gar keine innere Bewegung zu finden, als die Erweiterung und Verengerung der Pupille, Jurins Muskelring ſey ein Unding, die Kraft der äußern Augenmuskeln ſey zu grob für ſo feine Veränderungen, auch gebe die harte Haut ſolchen Veränderungen nicht nach und die Verengerung der Pupille ſey völlig hinreichend, weil auch im verfinſterten Zimmer die Bilder naher Dinge deutlicher würden, wenn man die Oefnung verengere.

Dieſer große Phyſiolog hat aber nicht daran gedacht, daß bey der Betrachtung entfernter Gegenſtände der Stern ſich nicht verengert, ſondern erweitert, da doch die Erfahrung lehrt, daß auch entfernter Dinge Undeutlichkeit durch eine gewiſſe uns fühlbare Einrichtung des Auges gehoben wird, wozu alſo auch andere Hülfsmittel vorhanden ſeyn müſſen. Zinn (Progr. de ligamentis ciliaribus. Gotting. 4.) pflichtet Keplers Meinung bey, daß der Stralenkörper die Lage der Kryſtallinſe ändere; nur geſchehe dieſes nicht durch muskulöſe Fibern, ſondern durch den Zufluß mehrerer Säfte in die Gefäße des Stralenkörpers, wodurch derſelbe aufſchwelle, die gläſerne Feuchtigkeit preſſe und die Kryſtallinſe vordrücke.

Eben ſo ſehr ſind die Meinungen über die Urſache der allgemein bekannten Verengerung der Pupille bey ſtarkem Lichte, und ihrer Erweiterung im Dunkeln, getheilt. Dieſe unwillkührliche Bewegung kan leicht vor dem Spiegel wahrgenommen werden, wenn man das Auge bey ſtarker Erleuchtung abwechſelnd mit der Hand deckt und frey läſt. Auch iſt ſie ſchon von Galen und den Arabern erwähnt worden. Scheiner (Oculus p. 31.) bemerkt auch, daß ſich der Stern bey Betrachtung einer nahen Sache, z. B. einer Nadel, verengere, und, wenn ſie entfernt wird, wieder öffne. Auch erweitert ſich der Stern bey der Blindheit, bey Wahnwitzigen, beym Schlagfluß, Einſchläfern durch Opium, Fieberphantaſien, überhaupt bey vielen Krankheiten, die das Gehirn betreffen, und im Tode ſelbſt. Man hat zu Erklärung dieſer Bewegungen der Iris Muskelfibern angenommen, von welchen die geraden zu Erweiterung, die ringförmigen zu Verengerung der Oeffnung dienen ſollten. Dies haben viele große Zergliederer wie Rau, Ruyſch, Heiſter, Winslow, angenommen, denen auch Porterfield beyſtimmt. Mery, Morgagni, Zinn und Haller aber haben wenigſtens die ringförmigen nicht finden können. Der letztere fand durch Verſuche die Iris nicht reizbar, und da er Reizbarkeit für ein weſentliches Kennzeichen der Muskelfaſer hält,

ſo ſpricht er dieſer Haut alle Muskelfibern überhaupt ab. Auch Demours hat in der Iris keine Reizbarkeit gefunden. Fontana ließ Lichtſtralen durch einen papiernen Kegel auf die Iris eines Thiers fallen, welche dadurch nicht im geringſten bewegt wurde. Lambert (Photometrie S. 371.) ließ vor einem Spiegel durch ein Linſenglas das Bild der Lichtflamme blos auf die Iris eines ſeiner Augen fallen; aber beyder Augen Oefnungen blieben gleich groß; ſobald hingegen noch ſo wenig von dem Lichtbilde auf die Pupille ſelbſt fiel, ward die letztere kleiner, und dreymal ſo klein, als die im andern Auge, wenn das ganze Bild der Flamme darauf fiel. Dies beweiſt nun wohl, daß das Zuſammenziehen von demjenigen Lichte entſtehe, was auf die Netzhaut fällt. Hartley (Obſervations on Man, Vol. I. p. 219.) vermuthet deswegen, daß Nervenäſte aus der Netzhaut in die Iris laufen; die Phyſiologen der Stahliſchen Schule laſſen die Seele ſelbſt den Stern erweitern, wenn ſie findet, daß ihr der Ueberfluß des Lichts nicht ſchaden könne. Nach Hallern (Phyſiolog. To. V. p. 378.) erregt der Reiz des Lichts auf der Netzhaut einen plötzlichen Zuſammenfluß der Säfte in die Gefäße und Zäſerchen der Iris, wodurch ſich dieſe verlängern, und die Oefnung enger machen. Die Erweiterung der Oefnung iſt die Rückkehr in den natürlichen Zuſtand. Den Reiz des ſtarken Lichts fühlt man mit Schmerz, wenn man in die Sonne ſieht, und ein allzuſtarker Reiz kan das ganze Werkzeug des Sehens zerſtören. Er führt noch an, daß er an einer erſäuften Katze 23 Stunden nach dem Tode an der gelinden Wärme des Ofens die ſehr erweiterte Oefnung des Augenſterns ſich feſt wieder habe ſchließen geſehen, wo alſo der bloße Reiz der Wärme die Kräfte, welche die Iris erweitern, in Bewegung geſetzt habe. Fontana hält vielmehr den zuſammengezognen Zuſtand des Augenſterns für den natürlichen, und leitet die Erweiterung von einer Verminderung der Säfte in der Iris her.

Unmittelbare Urſachen der Blindheit ſind unter andern Verdunkelung oder Undurchſichtigwerden der Kryſtal-

linſe der graue Stahr (cataracta, *cataracte*), und Lähmung oder Unempfindlichkeit des Sehnerven und der Netzhaut, der ſchwarze Stahr (amauroſis, *goutte ſereine*). Dem grauen Stahre wird durch Hinwegdrückung oder Herausziehung der Kriſtallinſe abgeholfen. Denn da die wäſerichte und gläſerne Feuchtigkeit ebenfalls die Stralen brechen und ihre Kegel convergent machen, ſo entſteht auch ohne Kriſtallinſe ein Bild, ob ſich gleich viele Operirte der Stahrbrillen bedienen müſſen, um die Brechung zu verſtärken, und den Mangel der Kryſtallinſe zu erſetzen, da ſonſt die Vereinigungspunkte allzuweit hinter die Netzhaut fallen würden.

Muſſchenbroek Introd. ad philoſ. nat. To. II. c. 35. 36. *Zinn* deſcriptio anatomica oculi humani. Gotting. 1755. 4. *v. Haller* Elem. Phyſiolog. To. V. L. 19. Lieutaud Zergliederungskunſt, mit Portals Anm. aus dem Franz. mit Zuſätzen. Leipzig 1782. 8. II. Band. Cap. 5. Abſchn. 2. Prieſtley Geſchichte der Optik, durch Klügel an mehreren Stellen.

Augenglas, ſ. Fernrohr.

Ausdehnbarkeit, Dilatabilitas, *Dilatabilité*. Die Fähigkeit der Körper, ſich in einen größern Raum ausdehnen oder verbreiten zu laſſen, ſ. Ausdehnung (Dilatatio). Der Körper, der dieſe Fähigkeit beſitzt, heißt ausdehnbar. Faſt alle bekannte Körper ſind ausdehnbar.

Das Wort iſt von Dehnbarkeit (Ductilitas) zu unterſcheiden, ſ. Dehnbarkeit.

Ausdehnung, Extenſio, *Etendue des corps*. Das allgemeine Phänomen der Körper, vermöge deſſen ein jeder in einem Raume enthalten zu ſeyn ſcheint, den man nach dreyerley auf einander ſenkrecht ſtehenden Richtungen abmeſſen, oder in welchem man Länge, Breite und Höhe unterſcheiden kan. Die ſinnlichen Eindrücke, welche die Körper auf uns machen, belehren uns davon, daß ihre Theile neben einander liegen, und daß die Stellen, welche wir uns im Innern eines Körpers gedenken können, von den Theilen des Körpers ſelbſt nach allen möglichen Richtungen umgeben werden, weil uns des Körpers äuſ-

ſere Theile dieſe innern Stellen verdecken, von welcher Seite wir auch den Körper betrachten mögen. Dies iſt nun eben das, was wir mit dem Worte körperlicher Raum, körperliche Ausdehnung, bezeichnen, und da wir dies an allen Körpern ohne Unterſchied wahrnehmen, und es alſo nothwendig mit dem Begriffe von Körpern überhaupt, der aus den ſinnlichen Eindrücken abgezogen iſt, verbinden, ſo können wir uns keinen Körper anders, als ausgedehnt, denken, daher die meiſten Phyſiker die Ausdehnung eine weſentliche Eigenſchaft der Körper oder der Materie nennen.

Denkt man ſich die Materie des Körpers aus dieſem Raume hinweggenommen, doch ſo, daß die Vorſtellung des Raumes ſelbſt noch zurückbleibt, ſo hat man das, was den Namen des geometriſchen Raumes, der geometriſchen Ausdehnung führt, und deſſen Grenzen auf die Begriffe von Flächen, Linien, Punkten leiten. Der Geometer betrachtet dieſen Raum als eine ſtetige Größe (continuum), deren Theile im ununterbrochenſten Zuſammenhange fortgehen, wo zwiſchen dem Ende des einen und dem Anfange des folgenden Theils nichts iſt, was nicht zum Ganzen ſelbſt mit gehörte. Er ſieht dieſen Raum an als vollkommen ausgefüllt durch ſeine Theile; daher kan er ihn auch ſo lange er will, d. h. ohne Ende theilen, weil in dem Begriffe, den er ſich davon macht, nichts liegt, was der Möglichkeit einer fortgeſetzten Theilung je entgegenſtünde.

Denkt man ſich aber die Materie des Körpers wieder in dieſen Raum gebracht, ſo füllt ihn dieſe nicht ſo ſtetig, ſo vollkommen aus, wie ihn der Geometer ausgefüllt annahm. Sie läſt leere unausgefüllte Zwiſchenräume (ſ. Leere, zerſtreute), und der abſolut volle Raum des Descartes iſt längſt aus der beſſern Naturlehre verwieſen. Dieſe Zwiſchenräume darf der Phyſiker nicht ſo in den phyſikaliſchen Körper mit einrechnen, wie der Geometer alle Theile des Raums ohne Unterſchied zu dem geometriſchen Körper rechnet. Dies iſt nun eine Betrach-

tung, die der Möglichkeit einer Theilung der Materie ins Unendliche wohl Hinderniſſe entgegen ſetzen möchte, ſ. Theilbarkeit. Es läſt ſich hier wenigſtens als möglich anſehen, daß es gewiſſe letzte Theile der Materie (ſ. Atomen), geben könnte, welche an ſich nicht weiter theilbar wären. Ob nun dieſe letzten Theile noch ausgedehnt ſeyn oder ſcheinen würden, darüber haben wir wenigſtens keine Erfahrungen, weil wir ſolche letzte Theile nie einzeln und abgeſondert geſehen haben. Prieſtley hat ſich die Materie als eine Menge von Kräften vorgeſtellt, die ſich auf mathematiſche Punkte bezögen, und unter dem Worte Materie wird man ähnliche Vorſtellungsarten andrer Weltweiſen antreffen. So viel ſich metaphyſiſch dagegen diſputiren läſt, ſo iſt es doch unmöglich, durch Erfahrung etwas darüber auszumachen. Dieſe Betrachtungen haben mich bewogen, die Ausdehnung nicht eine weſentliche Eigenſchaft der Materie, ſondern ein allgemeines Phänomen der Körper zu nennen, da das Weſen der Materie vor ſterblichen Augen verborgen iſt.

Die Art, wie Körper ihren Raum einnehmen, iſt von der Art, wie ſich der Geometer den Raum ausgefüllt denkt, gerade ſo unterſchieden, wie die Ausfüllung eines Maaßes durch Körner von dem ganzen Raume des Maaßes ſelbſt, wie der aus zählbaren Mengen beſtehende Gegenſtand der Rechenkunſt von dem meßbaren Gegenſtande der Geometrie. Wer das Weſen der Materie durchſchauen könnte, müſte anzugeben vermögen, wie viel erſte Theile, wie viel Atomen in jedem Körper vorhanden wären. Obgleich dies unmöglich iſt, ſo werden wir doch durch das Gewicht der Körper davon belehrt, wie ſich dieſe Mengen von Materie in verſchiednen Körpern gegen einander verhalten, ſ. Maſſe. Der Raum, den die Körper einzunehmen ſcheinen, durch geometriſche Ausmeſſung beſtimmt, heißt ihr Volumen; dieſes mit dem durchs Gewicht beſtimmten Verhältniſſe der Maſſen verglichen, führt auf die Begriffe von Dichte, ſpecifiſcher Schwere, worauf ſich ein großer Theil desjenigen gründet, was wir von den Körpern wiſſen.

Ausdehnung, Ausbreitung, Dilatatio, Expanſio, *Dilatation, Expanſion.* Die Verbreitung eines Körpers durch einen größern Raum, als er vorher einnahm, oder die Vergrößerung ſeines Volumens. Da hiebey vorausgeſetzt wird, daß der Körper derſelbe bleibe, oder daß die Menge ſeiner Materie nicht verändert werde, ſo erfordert die Ausdehnung, daß ſich ſeine Theilchen weiter von einander entfernen, und größere Zwiſchenräume zwiſchen ſich leer laſſen müſſen, d. i. daß der Körper dünner werde, daher die Ausdehnung in dieſer Rückſicht auch **Verdünnung** (Rarefactio) heißt.

Die Haupturſachen der Ausdehnung der Körper ſind die Wärme, welche faſt alle bekannte Körper ausdehnt (ſ. Wärme), und die Elaſticität, vermöge welcher ſich Körper, wenn ſie durch irgend eine äußere Kraft zuſammengepreßt waren, ſobald dieſe Kraft zu wirken aufhört, oder ſchwächer wird, von ſelbſt in einen größern Raum ausdehnen, ſ. Elaſticität. So wird die Luft durch die Wärme ausgedehnt, und da ſie ſchon in dem Zuſtande, in welchem ſie ſich um uns her befindet, zuſammengedrückt iſt, ſo dehnt ſie ſich von ſelbſt aus, ſobald ihr Raum dazu gegeben wird.

Einige Schriftſteller haben die Namen Ausdehnung und Verdünnung unterſcheiden, und den erſten für die Wirkung der Elaſticität, den zweyten für die Wirkung der Wärme brauchen wollen; da aber jede Ausdehnung mit Verdünnung begleitet, und überdies das, was die Wärme thut, im Grunde nichts anders, als eine Verſtärkung der ſpecifiſchen Elaſticität iſt, ſo ſehe ich keinen Grund, einen ſolchen Unterſchied einzuführen.

Die Ausdehnung iſt der Zuſammendrückung, Zuſammenziehung oder **Verdichtung** entgegengeſetzt.

Ausdünſtung, Exhalatio, Evaporatio, *Evaporation.* So nennt man die Auflöſung flüßiger Materien und beſonders des Waſſers in der Luft, durch welche der Luftkreis unaufhörlich mit Dünſten, d. i. mit aufgelöſten Theilen der Körper und mit Feuchtigkeit erfüllt wird.

Faſt aus allen flüßigen, ja auch aus vielen feſten Körpern ſteigen, wenn ſie der Luft ausgeſetzt ſind, Theile in dieſelbe auf, durch deren Abgang das Gewicht der Körper vermindert wird. Man findet, daß dieſer Uebergang der Theile durch größere Wärme, Sonnenſchein, Reinigkeit der Luft, größere Oberfläche, Bewegung der Luft ꝛc. verſtärkt wird. Dieſe fremdartigen Theilchen machen die Luft nicht undurchſichtig, laſſen ſich auch nicht leicht in derſelben bemerken. Sie erheben ſich aber im Luftkreiſe oft zu beträchtlichen Höhen, und vereinigen ſich endlich durch irgend eine im Luftkreiſe vorgehende Veränderung in kleine Maſſen, welche der Luft ihre Durchſichtigkeit benehmen, und die Beſtandtheile der Wolken ausmachen.

Beſonders iſt das Waſſer dieſem Uebergange ſeiner Theile in die Luft in einem ſehr hohen Grade ausgeſetzt, und obgleich einige flüchtige Geiſter, z. B. der Aether, der rauchende Salpetergeiſt, die flüchtige Schwefelſäure ꝛc. noch weit ſchneller, als das Waſſer, verdünſten, ſo macht doch die große Menge des auf der Erdoberfläche verbreiteten und in den Körpern enthaltenen Waſſers, daß man dieſe Materie allerdings für den vornehmſten Stoff halten muß, mit welchem ſich die Luft bey der Ausdünſtung verbindet, und welcher das Vehikulum ſehr vieler übrigen in den Luftkreis aufſteigenden Theile iſt. Daher hat auch die Ausdünſtung des Waſſers die Phyſiker von jeher am meiſten beſchäftiget. Sie iſt ohne Zweifel die Haupturſache der meiſten im Luftkreiſe vorgehenden Veränderungen, und macht in dieſer Rückſicht einen ſehr wichtigen Gegenſtand der Naturlehre aus.

Man hat durch die Werkzeuge, welche die Größe der Ausdünſtung zu beſtimmen dienen (ſ. Atmometer), gefunden, daß in der Gegend von Paris die Ausdünſtung des Waſſers, wenn ſie über die Oberfläche, von welcher ſie aufſtieg, wieder ergoſſen würde, jährlich 28 bis 30 Zoll Höhe betragen würde. Nach Sedileau (Mém. de l' acad. des ſc. de Paris 1792.) war die Ausdünſtung in Paris

		Zoll.	Lin.
1689	Jan.	0	$6\frac{1}{4}$
	Febr.	0	7
	März	1	$7\frac{1}{4}$
	April	2	7
	May	5	1
	Jun.	4	$2\frac{1}{4}$
	Jul.	4	$7\frac{1}{2}$
	Aug.	4	$4\frac{1}{2}$
	Sept.	2	9
	Oct.	1	$1\frac{1}{4}$
	Nov.	0	$8\frac{2}{3}$
	Dec.	0	$6\frac{1}{4}$
	Summe	28 Zoll	$8\frac{1}{12}$ Linien.

Man ſieht hierin den Einfluß der Wärme und des Sonnenſcheins in den Sommermonaten deutlich. In England fand Halley (Phil. trans. no. 189.) die Ausdünſtung in der wärmſten Jahrszeit täglich $\frac{1}{10}$ engl. Zoll; in Holland Crucquius (Phil. Trans. no. 381.) jährlich 26 Zoll; in Schweden Wallerius (ſchwed. Abhdl. 1739.) um das Ende des Junius täglich $\frac{1}{4}$ Zoll.

Rechnet man 30 Zoll jährlich als eine Mittelzahl, ſo beträgt die jährliche Ausdünſtung aus jedem Quadratfuße Waſſerfläche drey Cubikfuß; und wenn die halbe Oberfläche der Erde mit Waſſer bedeckt iſt, ſo ſteigen jährlich $168\frac{1}{2}$ Cubikmeilen Waſſer daraus in die Atmoſphäre. Setzt man hiezu die Ausdünſtung der thieriſchen Körper, welche für einen mittelmäßigen Menſchen jährlich auf 8 Zoll ſteigt, und für hundert Millionen Menſchen allein 1280 Millionen Cubikfuß austrägt, ferner die Ausdünſtung der Pflanzen, welche bey der Sonnenblume (Helianthus annuus) nach Hales in einem Sommertage auf $\frac{1}{40}$ Zoll ſteigt, und die des feuchten Landes, welche in England jährlich 8 Zoll betragen ſoll, ingleichen des ſehr ſtark ausdünſtenden Eiſes, ſo ſieht man wohl, daß die Atmoſphäre durch die Ausdünſtung mit einer ungemeinen Menge von Subſtanzen verſehen werde, welche ſich in ihr auf ver-

ſchiedene Weiſe verbinden, neue Materien erzeugen und beträchtliche Veränderungen hervorbringen können.

Die Theorie der Ausdünſtung hat die Phyſiker von jeher beſchäftiget. Es iſt die Frage davon, auf welche Art die Körper ſo getheilt werden können, daß ſie in der Luft, als einer leichtern Materie, aufſteigen, und eine längere oder kürzere Zeit ſchwebend erhalten werden können. Man hat hierüber ſeit den älteſten Zeiten mancherley Hypotheſen ausgedacht, deren Fehler vornehmlich darinn beſtehen, daß jeder Naturforſcher den Grund aller Phänomene der Dünſte in einer einzigen Urſache gefunden zu haben glaubte, da ſich doch hiebey gewiß mehrere Urſachen mit einander vereinigen. Da die Wärme oder das Feuer in die Ausdünſtung einen ſo merklichen Einfluß hat, ſo hat ſchon Ariſtoteles (Meteorologic. L. I. c. 9.) die Entſtehung der Dünſte der Wirkung oder dem Stoße des Feuers zugeſchrieben. Einige neuere ſind ihm hierinn gefolgt. 's Graveſande (Elem. Phyſ. §. 2543.) glaubt, der Stoß allein reiche zwar nicht hin, aber die Waſſertheilchen würden durch die Wirkung der Wärme verdünnt, und ſpecifiſch leichter gemacht, ſo daß ſie den hydroſtatiſchen Geſetzen gemäß ſo hoch aufſtiegen, bis ſie eine Luftſchicht von gleicher ſpecifiſchen Leichtigkeit anträfen. Wenn man bedenkt, daß das Waſſer im gewöhnlichen Zuſtande auf 800mal ſchwerer, als die Luft, iſt, und daß dennoch das Eis ſehr ſtark, ſelbſt ſtärker als Waſſer, ausdünſtet, ſo wird dieſe Erklärung unwahrſcheinlich, da ein ſehr geringer Grad der Wärme eine 800mal größere ſpecifiſche Leichtigkeit bewirken müßte. Muſchenbroek aber (Elementa phyſ. Lugd. 1734. 8.) ſucht dieſem Einwurfe durch folgende Rechnung zu begegnen. „Die Dämpfe des kochenden Waſſers, ſagt er, ſind 14000mal dünner, als „das Waſſer ſelbſt; die Hitze, welche dieſe Verdünnung „bewirkt, iſt nach Fahrenheits Thermometer 212 Grad; „daher kan eine Sommerwärme von 90 Graden noch immer eine 5943fache, und die Temperatur des Eispunkts „von 32 Graden eine 2113fache Verdünnung bewirken, „mithin Dämpfe erzeugen, welche weit leichter, als die

„Luft, ſind.“ Dieſe Berechnung iſt zwar blos ein ungefähr er Ueberſchlag, und gründet ſich auf die ſehr willkührlich angenommene Eintheilung der Fahrenheitiſchen Thermometerſcale; nach Reaumürs Scale würde man eben ſo finden, daß die Temperatur des Eispunkts gar keine Dämpfe mehr erzeugen könnte; ſie hat alſo eigentlich keine Beweiskraft. Da man aber doch weiß, daß ſelbſt in denen Temperaturen, die wir die kälteſten nennen, noch Wärme anzutreffen ſey, ſo kan man es wohl als möglich anſehen, daß die beym Eispunkte noch anzutreffende Wärme eine ziemliche Verdünnung bewirken könnte, welches die Muſſchenbroekiſchen Zahlen ſinnlich machen. Es läſt ſich aber auch außerdem noch einwenden, daß die Dünſte, wenn ſie blos der Verdünung der Theile wegen aufſtiegen, im Winter nicht ſo hoch als im Sommer würden ſteigen können; da doch die Beobachtungen lehren, daß das Aufſteigen oder Niederfallen der Dünſte keinesweges von der Wärme allein abhange.

Viele Naturforſcher haben, um die Entſtehung und das Aufſteigen der Dünſte zu erklären, angenommen, daß die im Waſſer enthaltene Luft, oder auch das Feuer ſelbſt aus dem Waſſer kleine Bläschen (bullulas, veſiculas) bilde, in welchen eine ſehr verdünnte Luft oder eine andere äußerſt feine und leichte Materie mit einer dünnen Waſſerhaut überzogen ſey. Halley (Philoſ. Trans. no. 192.) ſucht durch ſolche Bläschen die Phänomene der Ausdünſtung zu erklären; Chauvin (Nova circa vapores hypotheſis in Miſc. Berol. To. I. p. 120.) und Leibnitz (De elevatione vaporum et de corporibus, quae ob incluſam cavitatem in aëre natare poſſunt, Miſc. Berol. To. I. p. 123.) nehmen ſolche Bläschen ebenfalls an. Der letztere berechnet, wenn die im Bläschen eingeſchloſſene Luft zehnmal dünner, als die äußere, ſey, ſo müſſe ein mit der äußern Luft im Gleichgewichte ſtehendes Waſſerbläschen 888mal größer ſeyn, als der Raum, den ſeine Waſſerhaut allein einnehmen würde, und prüft dabey zugleich den Vorſchlag des Lana, eine luftleere küpferne Kugel in die Luft zu erheben, ſ. Aeroſtat. Faſt die meiſten

Phyſiker haben dergleichen Bläschen bey ihren Erklärungen des Aufſteigens der Dünſte zu Hülfe genommen.

Muſſchenbroek (Introd. ad philoſ. nat. To. II. §. 2297.) glaubt, die Bewegung der Theile durch den Stoß des Feuers allein reiche zur Erklärung nicht hin; die Dünſte müßten ſonſt ſo ſchnell, als der abgeſchoſſene Schrot, aufſteigen, welches man doch nie wahrnehme; auch verlaſſe das Feuer dünne Körper bald. Das Feuer dringe vielleicht in die Theilchen ein, vergrößere ihren Durchmeſſer, und verwandle ſie in Bläschen, in welchen eine dünne Waſſerhaut etwas weniges Feuer umſchließe. Werde der Durchmeſſer nur 10mal vergrößert, ſo werde das Theilchen in den 1000fachen Raum ausgedehnt, alſo 1000mal leichter. Er hält aber doch das Daſeyn der Bläschen nicht ganz für erwieſen, zumal, da das Eindringen der Luft ſelbſt in ſolche hohle Körperchen die ganze Wirkung wieder vereiteln würde; er nimmt daher noch eine ſchon von Descartes angenommene umdrehende Bewegung der Waſſertheilchen zu Hülfe, und ſchließt endlich doch, das Feuer allein könne nicht die Urſache des Aufſteigens der Dünſte bis in die Region der Wolken ſeyn. Es komme daher noch die Elektricität zu Hülfe, woraus auch Deſaguliers (Philoſ. Transact. no. 407. und Courſe of exper. philoſ. To. II. lect. 10.) die Sache erklärt hat; wenn kleine Körper von dieſer umgeben wären, würden ſie von der ebenfalls elektriſchen Luft angezogen; ſo ſey das Feuer (ignis mas) die Urſache des erſten Herausgehens, und die Elektricität (ignis femina) die Urſache des fernern Aufſteigens der Dünſte, wozu er denn auch noch das unterirdiſche Feuer, die Gährungen im Innern der Erde, die Winde ꝛc. hinzuſetzt. Dieſe kurze Darſtellung der Muſſchenbroekiſchen Meinungen wird zeigen, wie ungewiß man damals über die Urſachen der Ausdünſtung war, und mich darüber rechtfertigen, daß ich nicht noch mehrere Hypotheſen hinzuſetze.

Die Akademie der Wiſſenſchaften zu Bordeaux ſetzte im Jahre 1743 einen Preis auf die Erklärung des Aufſteigens der Dünſte, welchen Kratzenſtein (Abhol. vom

Aufſteigen der Dünſte und Dämpfe, Halle 1744. 8.) und Hamberger (Diſſ. ſur la cauſe de l'elevation des vapeurs, Bordeaux 1743. 4.) beyde erhielten. Der erſtere hielt ſich ganz an das Syſtem der Bläschen (Veſicularſyſtem), deren Größe und ſpecifiſche Schwere er durch ſinnreiche Methoden zu beſtimmen ſuchte, ſ. Dünſte; der zweyte erklärte das Aufſteigen durch die Adhäſion der Theilchen an Feuer und Luft; an das Waſſertheilchen auf der Oberfläche hängt ſich nach ihm von innen das Feuer, welches ſeinen Zuſammenhang mit dem übrigen Waſſer trennt, und von außen die Luft; da aber die Luft ſtärker darauf wirkt, als das Feuer, ſo nimmt dieſe es an ſich, und ſo wird es aus einer Luftſchicht in die andere erhoben. In ſeinen 1750 neu herausgekommenen Elementis phyſices aber hat Hamberger die Ausdünſtung gänzlich durch eine Auflöſung des Waſſers in der Luft erklärt, und von derſelben eben ſo, wie von allen andern chymiſchen Auflöſungen, Rechenſchaft abzulegen verſucht.

Am weitläufigſten iſt die Theorie der Ausdünſtung als einer Auflöſung des Waſſers in Luft von le Roi (Mém. ſur l' elevation et la ſuſpenſion de l' eau dans l' air, in den Mém. de l'acad. de Paris 1751. p. 481.) ausgeführt worden. Seine Sätze verdienen wohl einige Anführung.

1. **Das Waſſer wird in der Luft wirklich aufgelöſet.** Man werfe an einem heitern Sommertage etwas Eis in ein recht trocknes Glas. Das Glas wird davon bald trüb gemacht, und an ſeinen äußern Wänden zeigt ſich eine unzählbare Menge kleiner Waſſertröpfchen. Das Waſſer, das ſich in ſo großer Menge an die äußern Glaswände legt, muſte doch vorher in der Luft ſchweben, und da es die Heiterkeit und Durchſichtigkeit derſelben nicht minderte, muſte es in ihr vollkommen aufgelöſet ſeyn.

2. **Dieſe Auflöſung hat gleiche Eigenſchaften mit den Auflöſungen der Salze im Waſſer.** Luft von gegebner Wärme kan nicht mehr als eine beſtimmte Menge Waſſer in ſich aufgelöſt halten; wird ſie kälter, ſo ſchlägt ſich ein Theil des aufgelöſten Waſſers nieder; wird

ſie wärmet, ſo löſet ſie mehr auf. Dies lehren die Verſuche deutlich. Eine wohl verſtopfte gläſerne Kugel auf eiskaltes Waſſer gelegt, überzieht ſich nach 3—4 Minuten inwendig mit vielen Waſſertröpfchen, die aber bald wieder verſchwinden, wenn ſich die Kugel erwärmt; dieſer Waſſertröpfchen ſind weniger, wenn das Waſſer, worauf die Kugel gelegt wird, wärmer iſt. Uebrigens will le Roi durch den Ausdruck: Auflöſung der Salze in Waſſer, nur ſo viel ſagen, es gehe eine wahre chymiſche Auflöſung vor; er gebraucht das Beyſpiel der Salze blos, die Sache ſinnlicher zu machen, weil die Naturforſcher damals noch nicht ſo, wie jetzt, an die Sprache der Chymie gewöhnt waren.

Le Roi ſchließt aus dieſer Theorie, es müſſe für jeden Zuſtand der Luft eine gewiſſe Temperatur geben, bey welcher ſie anfangen würde, einen Theil des in ihr aufgelöſten Waſſers fallen zu laſſen. Dieſe Temperatur nennt er den Grad der Sättigung der Luft. Wäre z. B. dieſer Grad der Sättigung für einen gewiſſen Tag der zehnte Grad des Reaumüriſchen Thermometers, ſo würde die Luft, über dieſen Grad erwärmt, immer noch mehr Waſſer auflöſen; gerade auf dieſen Grad erkältet, zwar keines mehr auflöſen, aber auch noch keines fallen laſſen; unter dieſen Grad erkältet aber deſto mehr fallen laſſen, je mehr ſie erkältet würde. Er giebt Methoden an, dieſen Grad der Sättigung zu jeder Zeit zu beſtimmen, und ſchlägt Beobachtungen hierüber, mit andern meteorologiſchen Wahrnehmungen verglichen, als die beſten Mittel vor, die wahren Urſachen der veränderlichen Auflöſungskraft der Luft zu entdecken, ſ. Hygrometer.

Man könnte gegen dieſe Theorie des le Roi einwenden, das Waſſer dünſte nach Wallerius (ſchwed. Abhdl. 1740. S. 27.) auch im luftleeren Raume aus; allein da unter der Glocke der Luftpumpe eine ſo große Menge Luft aus dem Waſſer ſelbſt hervorgehet, ſo kan ein Raum, in welchem Waſſer ausdünſtet, nie vollkommen luftleer ſeyn.

Die neuſte und vorjetzt die befriedigendſte Theorie der Ausdünſtung hat Herr de Sauſſure (Eſſais ſur l'hy-

grometrie. a Neuchâtel. 1783. 8. Eſſai III.) vorgetragen. Dämpfe oder Dünſte ſind nach ihm Ausflüſſe, welche ſich aus den Körpern in die Luft erheben, und in derſelben ſchwebend bleiben, bis ſie durch andere Urſachen wieder von ihr getrennt und in gröberer Form mit einander vereiniget werden. Alle Körper können durch Natur oder Kunſt in Dämpfe aufgelöſet werden; beſonders wird das Waſſer durch Hülfe des Feuers in den **elaſtiſchen Dampf** verwandelt, welchen man aus der Aeolipile (ſ. **Windkugel**) herausgehen ſieht, und der die Dampfmaſchinen treibt. Dieſer elaſtiſche Dampf entſteht durch eine Verbindung des Feuers mit dem Waſſer; mit ſeiner Entſtehung hat die Luft nichts zu thun, ſie iſt vielmehr durch ihren Druck derſelben mehr hinderlich, und im luftleeren Raume kan ſchon die geringe Wärme der Hand das Waſſer in Dampf verwandeln, oder zum Sieden bringen, ſ. **Sieden**. Dieſe Auflöſung des Waſſers im Feuer heißt **Verdampfung**, ſ. Dämpfe.

Außerdem aber löſet auch die Luft das Waſſer auf, und verbindet ſich vorzüglich ſehr leicht mit dem durchs Feuer hervorgebrachten elaſtiſchen Dampfe deſſelben, wenn er nicht mehr Kraft genug hat, die Luft aus der Stelle zu treiben. Nach Herrn de Sauſſure ſoll die Luft das Waſſer gar nicht unmittelbar auflöſen, ſondern blos ſich mit dem elaſtiſchen Dampfe deſſelben vermiſchen, oder es ſoll keine Ausdünſtung ohne Verdampfung geben. Ausdünſtung iſt alſo nach ihm Auflöſung der elaſtiſchen Dämpfe des Waſſers in der Luft.

Hieraus erklärt ſich nun leicht das Phänomen, daß die Ausdünſtung Kälte erzeugt. **Richmann** (Nov. Comm. Petropol. To. I. p. 290.) und **von Mairan** (Diſſ. ſur la glace, P. II. Sect. 2. ch. 8. et 9.) hatten ſchon bemerkt, daß das Thermometer fällt, wenn man ſeine Kugel aus dem Waſſer zieht und an der Luft trocknen läſt, oder wenn man ſie abwechſelnd befeuchtet und trocknen läſt, allein ſie ſchrieben das Phänomen nicht der wahren Urſache zu. **Cullen** (Edinburgiſche Verſuche, Th. II.) leitete es zuerſt von der Ausdünſtung her. **Franklin** be-

ſchreibt in ſeinem 60ſten Briefe einen Verſuch mit einer dünnen Glasröhre CD (Taf. III. Fig. 32.), an deren Enden ſich zwo luftleere und halb mit Waſſer oder Weingeiſt gefüllte Kugeln A und B befinden. Hält man beyde Kugeln in den Händen, ſo zeigt ſich keine Bewegung; hält man aber nur die eine Kugel, indem die andere kalt bleibt, ſo geht das Waſſer ſogleich aus der erwärmten in die kalte über, und kocht darinn ſo lange, als man die leere Kugel in der Hand behält. So lange dieſe Kugel noch Waſſer enthält, das ſich in Dämpfe verwandlet, bleibt ſie immer kalt, ſo warm auch die Hand ſeyn mag; ſobald aber das Waſſer heraus iſt, wird ſie ſogleich warm. Sie entzog nemlich vorher der Hand die Wärme, die zur Verdampfung verwendet ward, und erregte dadurch Empfindung der Kälte.

Auch erklärt ſich, warum Wind oder Bewegung der Luft die Ausdünſtung in ſo hohem Grade befördere. Die Winde erneuren die Luft um den ausdünſtenden oder trocknenden Körper beſtändig, und führen neue noch nicht geſättigte Luft herbey, welche die Dämpfe ſchneller auflöſet. Daher trocknen die Winde ſo ſchnell.

Die Wärme befördert die Ausdünſtung, 1) weil ſie mehr Elementarfeuer herbeybringt, 2) weil ſie die auflöſende Kraft der Luft verſtärkt, 3) weil ſie Bewegungen in der Luft verurſachet.

Die nicht in der Luft aufgelöſten Dämpfe ſetzen ſich an den Oberflächen kalter Körper als Thau oder Kryſtallen an. Finden ſie keinen kalten Körper hierzu, ſo vereinigen ſie ſich in Tropfen, Nadeln oder Bläschen, und geben dadurch die Anlagen zu Regen, Schnee, Wolken und Nebeln, ſ. Dünſte.

In dünnerer Luft enſtehen zwar wegen des geringern Drucks die Dämpfe leichter, es wird aber auch weniger davon in der Luft aufgelöſet. Daher iſt die Ausdünſtung in dünnerer Luft ſchwächer, wofern nicht das Waſſer ſehr warm iſt, und durch kalte Oberflächen ein beſtändiger Niederſchlag bewirkt wird. Man ſieht bisweilen unter der Glocke der Luftpumpe, bald nach den erſten Zügen, eine

Wolke entſtehen, welche wieder verſchwindet, und aufs neue erſcheint, wenn man wieder Luft unter die Glocke läſt, und das Auspumpen von neuem anfängt. Nollet (Leçons de Phyſique exp. To. III. p. 364.) hatte dieſen Dunſt ſchon bemerkt, glaubte, er entſtehe aus der Luft, die bey der Verdünnung Feuchtigkeit fallen laſſe, und erklärte ſo die Entſtehung des Regens bey verdünnter Luft. De Sauſſure hingegen zeigt, er entſtehe aus dem feuchten Körper der Luftpumpe, deſſen Feuchtigkeit bey vermindertem Drucke der Luft mehr verdampfe, die nächſten Luftſchichten bald ſättige, und durch den Ueberfluß einen blaſenförmigen Niederſchlag bilde, den aber die folgenden Luftſchichten bald auflöſen. Eben dieſer Dampf erſcheint auch, wenn man verdichtete Luft wieder verdünnet, aus gleichen Urſachen.

Daß die Ausdünſtung durch ein mechaniſches Fortreißen der Waſſertheilchen vom Feuer bewirkt werde, haben viele daher beweiſen wollen, weil man Abends nach Sonnenuntergang eine ſo ſtarke Ausdünſtung des ſich abkühlenden Erdbodens wahrnimmt. Allein de Sauſſure zeigt ſehr wohl, daß hiebey die Ausdünſtung nicht ſtärker, nur wegen der kühlen Luft ſichtbarer ſey. Waſſer über dem Feuer dünſtet nicht wegen des ausgehenden Feuers aus. Denn wenn die Mündung des Gefäßes in ein anderes gleich heißes geht, ſo iſt die Ausdünſtung weit ſtärker, obgleich alsdann gar kein Feuer aus dem Waſſer herausgeht; daher darf auch beym Deſtilliren die Vorlage nicht allzuplötzlich oder zu ſtark erkältet werden. Mechaniſche Austreibung würde auch das Schweben der Dünſte in der Luft nicht erklären, welches eine Feſthaltung durch chymiſche Auflöſung anzeigt.

Die Stärke der Ausdünſtung hängt von Wärme des Waſſers, Größe der Oberfläche, Wärme, Trockenheit, Bewegung und Dichte der Luft ab. Sie wird durch Werkzeuge gemeſſen, von welchen das Wort Atmometer nachzuſehen iſt.

Das Eis dünſtet, wie ſchon Plinius (Hiſt. natur. XXXI, 3.) bemerkt hat, ſehr ſtark aus. Doch vermindert

die Kälte dieſe Ausdünſtung. Was Gauteron (Mém. de l'acad. de Paris. 1708. p. 451.) bemerkt haben will, daß es bey ſtärkerm Froſte ſtärker dünſte, iſt nach Wallerius (ſchwed. Abhandlung. 1746.) nur für dem Augenblick der Entſtehung des Eiſes wahr, in welchem die Ausdünſtung überhaupt ungewöhnlich ſtark iſt, ſ. Eis.

Volatile Beymiſchungen befördern die Ausdünſtung des Waſſers; ſalzige hemmen ſie. Wallerius (a. a. O.) giebt dies nur für die erſten 24 — 28 Stunden zu, nach deren Verlauf Salzwaſſer eben ſo ſtark, als reines Waſſer, dünſte. Auch will er es nur für Kochſalz und Salpeter zugeben; Vitriol und Alaun ſollen die Ausdünſtung befördern. Es bleibt hierinn noch ſehr viel zu unterſuchen übrig. v. Haller (Mém. del l'acad. de Paris. 1764.), der aus der Sole bey Bevieux in der Schweiz durch Ausdünſten an der Sonne Salz zu ziehen verſuchte, fand auch, daß mehr Salzgehalt die Ausdünſtung ſchwäche.

Die neuſten Verſuche in Paris und London haben gelehrt, daß Ausdünſtung des Waſſers negative Elektricität errege — ein Zeichen, daß die aufſteigenden Dünſte ſelbſt poſitiv elektriſirt ſeyn müſſen.

Briſſon Dictionnaire raiſonné de Phyſ. art. *Evaporation. Muſſchenbroek* Introd. ad philoſ. nat. To. II. §. 2297. ſqq. Torb. Bergmann phyſ. Beſchreibung der Erdkugel durch Röhl. Greifsw. 1780. §. 106. u. f. *de Sauſſure* Eſſais ſur l'hygrometrie, Eſſai III.

Ausflüſſe, Effluvia, Emanationes, Exhalationes, *Emanations, Emiſſions, Exhalaiſons.* Wenn ſich Theile, die vorher zu einem Körper gehörten, von demſelben trennen, und in flüßiger oder wenigſtens ſehr verfeinerter Geſtalt durch das ihn umgebende Mittel verbreiten, ſo nennt man ſowohl dieſe Begebenheit, als auch dasjenige ſelbſt, was aus dem Körper herausgeht, einen Ausfluß. Die Trennung der Ausflüſſe von dem Körper kan auf mehrere Arten, z. B. durch eine innere Bewegung ſeiner Theile, durch Auflöſung ꝛc. bewirkt werden.

So erzeugen die Verdampfung und Ausdünſtung der Körper, die Transſpiration der Thiere und Pflanzen, die

Gährung, die Entbindungen der elaſtiſchen flüßigen Materien oder Gasarten, beſtändige Ausflüſſe. Die Gerüche verbreiten ſich durch Ausflüſſe aus den riechenden Körpern, welche durch unmittelbare Berührung auf das Werkzeug des Geruchs wirken.

Dieſe Ausflüſſe ſind oft von einer bewundernswürdigen Feinheit. Boyle hat Beyſpiele hievon in einer eignen Schrift (Exerc. de mira ſubtilitate effluviorum, in Opp. Genevae 1680. 4.) geſammlet. Ein Gran Moſchus kan 20 Jahr lang einen großen Raum mit merklichem Geruch erfüllen, ungeachtet die Luft alle Tage abgeändert wird. Eine Maſſe Aſa fötida verlohr des heftigen Geruchs ohngeachtet in 6 Tagen an freyer Luft nur $\frac{1}{8}$ Gran von ihrem Gewichte, woraus Keil (Introd. ad ver. phyſ. Lect. V.) berechnet, daß die Größe eines jeden Theilchens geringer, als ein 38 Trilliontheilchen eines Cubikfußes geweſen ſey. Die Ausflüſſe dringen daher oft durch die feinſten Zwiſchenräume, und werden von andern Körpern, ohne Zweifel durch eine Wirkung der Anziehung, entweder auf der Oberfläche feſtgehalten oder in das Innere eingeſogen. Die verderblichen Ausflüſſe kranker Körper haben bisweilen auf wunderbare und faſt unbegreifliche Arten Peſt und andere anſteckende Krankheiten verbreitet. Sennert (De febribus, L. IV. c. 3.) erzählt, nach der Peſt zu Breslau im Jahre 1542 habe ein Pack Leinwand 14 Jahre gelegen, und nach Verlauf dieſer Zeit in einer andern Stadt aufgewickelt, noch eine gefährliche Anſteckung an mehrere Orte verbreitet; und nach Diemerbroek (De peſte, L. IV.) ſtieß ein Mann in Nimägen etwas Stroh, worauf ein Peſtkranker vor acht Monaten gelegen hatte, das aber den ganzen Winter über der freyen Luft ausgeſetzt geweſen war, mit dem Fuße fort, und bekam an dieſem Fuße eine Peſtbeule, ohne Fieber zu fühlen, oder ſonſt krank zu ſeyn.

Die menſchlichen und thieriſchen Körper, ſo wie die Pflanzen, verlieren durch die Ausflüſſe bey ihrer Transſpiration unaufhörlich etwas von ihren Beſtandtheilen, welches durch Nahrung und andere Zugänge wieder erſetzt

wird. Dieſe Veränderungen treffen flüßige und feſte Theile, und es iſt ausgemacht, daß wir nach Verlauf einer Anzahl von Jahren großentheils einen andern Körper ſtatt des vorigen bekommen.

Es iſt daher nicht zu läugnen, daß die Ausflüſſe der Körper ein ſehr wirkſames Mittel ſind, wodurch die Natur, ganz ſtill und unbemerkt, manche Veränderung von großen Folgen hervorbringt. Man hat ſie aber auch oft zu Erklärungen von Phänomenen und zu Theorien gemißbraucht, welche nur den Aberglauben und die Betrügerey zu nähren dienten. Ein Beyſpiel hievon iſt die Erklärung des Phänomens, daß der Wein in den Fäſſern trüb wird, wenn in den entfernten Ländern, wo dieſer Wein wuchs, die Trauben reifen. Man hat behaupten wollen, daß die Ausflüſſe der reifenden Trauben, die ſich durch die ganze Atmoſphäre verbreiteten, den Wein an den entlegenſten Orten trüb machten, ohne zu bedenken, daß eine gewiſſe Beſchaffenheit der Luft in dieſer Jahrszeit zugleich die Urſache des Reifens und Trübwerdens ſeyn kann. So hat man die fabelhafteſten Erzählungen von ſympathetiſchen und antipathetiſchen Wirkungen und Heilmitteln, von Aufſuchung der Metalle oder Entdeckung der Mörder durch die Wünſchelruthe, vom Spüren oder vielmehr Fühlen des Waſſers in einer großen Tiefe unter der Erde, u. dgl. durch Ausflüſſe begreiflich zu machen, und viele abgeſchmackte Mährchen durch ein umgehangenes Gewand einer phyſikaliſchen Erklärung ihrer verdienten Verachtung zu entreißen geſucht. Ein ſolches Verfahren iſt der Entdeckung und Ausbreitung der Wahrheit ungemein hinderlich; es zieht von genauer Unterſuchung der Thatſachen und von Entlarvung der Betrüger ab, unterhält die Leichtgläubigkeit, und verführt auch denjenigen Theil des Publikums, der ſonſt weiſe und aufgeklärt ſcheinen will, durch den Vorwand, daß ſich gewiſſe Sachen doch phyſikaliſch erklären ließen. Ich läugne nicht, daß gegen die Ausflüſſe der Körper, die ſich oft ſehr weit verbreiten, gewiſſe Menſchen, Thiere u. ſ. w. empfindlicher als andere ſind; von den Hunden z. B. iſt dies unläugbar;

allein man muß ihnen nicht Wirkungen, wie Bewegung einer Ruthe u. dgl., die ſie nie haben können, zuſchreiben, und überhaupt nie eher erklären wollen, als bis die Thatſachen und Beobachtungen zuverläßig ausgemacht und gehörig beſtimmt ſind.

Man hat auch die elektriſchen und magnetiſchen Erſcheinungen durch Ausflüſſe aus den Körpern zu erklären geſucht. Es kömmt hiebey auf den Begriff an, den man mit dem Worte Ausfluß verbindet. Verſteht man darunter die in der Luft aufgelöſeten Ausdünſtungen oder flüchtigen Beſtandtheile der Körper, durch welche dieſe einen Abgang ihrer Maſſe leiden, ihren Geruch verbreiten u. ſ. f., ſo ſind dieſe Ausflüſſe, ſo fein ſie immer ſeyn mögen, doch noch zu grob, um ſich mit den weit feinern Urſachen der Elektricität und des Magnetiſmus vergleichen zu laſſen. Nennt man aber Ausfluß alles ohne Unterſchied, was aus den Zwiſchenräumen eines Körpers kömmt, ſo kan man es allenfalls zulaſſen, die Materien, welche bey den elektriſchen und magnetiſchen Erſcheinungen aus den Körpern ausſtrömen, Ausflüſſe zu nennen, wie z. B. **Muſſchenbroek** und **Nollet** thun, ob es gleich nicht dem neuern phyſikaliſchen Sprachgebrauche gemäß iſt.

Da **Newton** das Licht für einen ſolchen Ausfluß aus den leuchtenden Körpern angenommen hat, ſo wird ſeine Theorie des Lichts insgemein das **Emanations-** oder **Emiſſionsſyſtem** genannt.

Auslader, Excitator electricus, *Excitateur, Arc-conducteur.* So heißen verſchiedene zur elektriſchen Geräthſchaft gehörige Werkzeuge, welche zum Ausziehen der Funken und zur Entladung der Flaſchen und Batterien dienen.

De Romas (Mém. preſentés à l' Acad. des Sc. To. II. p. 393.) gab zu ſicherer Ausziehung der Funken aus einer Wetterſtange bey Gewittern einen Auslader an. Dieſer beſteht aus einer gläſernen, etliche Schuh langen, Röhre, an deren einem Ende ſich eine blecherne Röhre befindet. Von der blechernen Röhre hängt eine Kette von

Meſſingdrath bis auf die Erde herab. Hält man dieſen Auslader an der gläſernen Röhre in der Hand, und nähert das blecherne Ende der Wetterſtange oder dem mit der Elektricität der Gewitterwolke geladenen Conductor, ſo bricht der Funken aus, geht aber durch die Kette ſogleich in die Erde über. Die Hand wird durch den gläſernen Handgriff beſchützt, und fühlt nichts von der durch den Funken verurſachten Erſchütterung. Die Glasröhre ſoll nach de Romas Vorſchrift wenigſtens einen halben Zoll im Durchmeſſer halten, auch ſo lang als möglich, und vollkommen trocken, die Kette aber 10—12 Schuh lang ſeyn.

Die Auslader, welche gewöhnlich zu Entladung der Flaſchen oder Batterien gebraucht werden, beſtehen aus einem Stabe von Meſſing (Taf. III. Fig. 33.), der insgemein in Geſtalt eines C gekrümmt iſt; man macht ſie auch aus zween Schenkeln, die ſich wie ein Zirkel öfnen laſſen. Dieſer Stab hat an ſeinen beyden Enden B und C metallene Knöpfe, und einen nichtleitenden Handgriff D, etwa von Glas oder gedörrtem Holz, der in der Mitte deſſelben befeſtiget iſt. Beym Gebrauche faßt man das Inſtrument bey dem Handgriff, berührt eine von den beyden Seiten des geladenen elektriſchen Körpers mit dem eineu Knopfe, und nähert den andern an die andere belegte Seite, oder an eine mit derſelben verbundene leitende Subſtanz A, ſo wird dadurch die Verbindung zwiſchen beyden Seiten ergänzt, der Schlag bricht aus, und der elektriſche Körper wird entladen, ohne daß die Hand den Schlag fühlt. Wenn die Ladung nicht ſtark iſt, ſo kan man auch ohne gläſernen Handgriff den bloßen Stab CB anfaſſen, weil die Elektricität den Weg durch das Metall nimmt, ohne in die Hand zu wirken; bey ſtärkern Ladungen aber hat man die Lateralexploſion zu fürchten.

Bey Entladung einer Batterie wird insgemein der Haken an der Seite des Kaſtens, worinn die Flaſchen ſtehen, welcher mit der äußern Belegung verbunden iſt, durch einen Drath mit dem einen Arme des Ausladers zuſammengehangen, der andere Arm aber mit ſeinem Knopfe an

einen von den Stäben genähert, welche die innern Seiten der Flaſchen mit einander verbinden.

Es iſt ſehr bequem, die Dräthe B und C an den Enden zuzuſpitzen, und hohle meſſingene Kugeln darauf zu ſtecken. Wenn man alsdann die Kugeln abnimmt, ſo kan man vermittelſt der Spitzen eine ſtille Entladung ohne Funken und Schlag bewirken.

Das Taf. III. Fig. 34. vorgeſtellte von Henly erfundene Inſtrument führt den Namen des allgemeinen Ausladers (*univerſal diſcharger*), und iſt zu ſehr vielen elektriſchen Verſuchen brauchbar. A iſt ein Bret, welches den Fuß des Inſtruments abgiebt, BB zwo Glasſäulen, in das Bret eingeküttet, und oben mit meſſingnen Hauben verſehen, deren jede ein doppeltes Charnier hat, und in einer gläſernen Röhre den Drath DC trägt, der ſich nicht nur in der Röhre verſchieben, ſondern auch vermittelſt der Charniere ſowohl vertikal, als horizontal herumdrehen läſt. Jeder Drath hat an dem Ende C einen Ring und an dem zugeſpitzten Ende D eine meſſingene Kugel, die man auch abnehmen kan. E iſt eine ſtarke hölzerne Scheibe, fünf Zoll im Durchmeſſer, auf deren Fläche ein Streif Elfenbein eingelegt iſt, und die einen ſtarken cylindriſchen Fuß hat. Dieſer Fuß geht in den hohlen Cylinder F, der in der Mitte des untern Brets befeſtiget iſt, und worinn der Fuß der hölzernen Scheibe vermittelſt der Stellſchraube G auf jede erforderliche Höhe geſtellt werden kan. H iſt eine kleine zu dieſem Inſtrumente gehörige Preſſe; ſie beſteht aus zweyen länglichen Bretern, welche durch zwey Schrauben an einander gepreſſet werden können, und läſt ſich mit einem an dem unterſten Brete befeſtigten Fuße ſtatt der Scheibe E in das Inſtrument einſetzen.

Dieſes Inſtrument dient, elektriſche Schläge aus geladenen Flaſchen oder Batterien durch oder über jeden beliebigen Körper gehen zu laſſen. Verlangt man z. B. den Schlag über die Fläche eines Kartenblatts zu führen, ſo lege man das Blatt auf die Scheibe E, und ſtelle die Kugeln DD an die Fläche deſſelben, etwa $\frac{3}{4}$ Zoll aus einander. Verbindet man nun den einen Drath CD durch

eine Kette mit der äußern Belegung einer geladenen Flaſche oder Batterie, und bringt den Knopf der Flaſche oder den Knopf eines mit der innern Seite der Batterie verbundnen gewöhnlichen Ausladers gegen den andern Drath, ſo geht der Schlag aus einer Kugel in die andere über die Oberfläche des Kartenblatts hin. Will man durch ein Spiel Karten ſchlagen, ſo ſtellt man daſſelbe aufrecht auf die Scheibe E, ſo daß es die Kugeln D D auf beyden Seiten berühren. Legt man Goldblättchen zwiſchen zwey Stücken Glas, läſt ſie an beyden Seiten ein wenig herausgehen, preßt dann die Glasſtücken mit der Preſſe zuſammen, und legt die herausgehenden Enden der Goldblättchen an die Enden der Dräthe D D an, ſo verbindet der durchgehende Schlag das Metall ſo innig mit dem Glaſe, daß es davon weder abgeſchabt, noch durch die gewöhnlichen Auflöſungsmittel herausgebracht werden kan.

Cavallo vollſt. Abhdl. der Lehre von der Elektricität, aus d. Engl. dritte Aufl. Leipzig 1785. gr. 8. S. 129.

Austritt, Emerſio, *Emerſion.* So heißt in der Sternkunde der Augenblick, in welchem bey Verfinſterungen oder Bedeckungen ein Geſtirn aus dem Schatten oder hinter dem bedeckenden Körper wieder hervortritt. Der Augenblick, in welchem nach totalen Verfinſterungen ein Geſtirn zuerſt wieder ſichtbar zu werden anfängt, heißt **Anfang des Austritts**; der Augenblick, in welchem es ganz vom Schatten oder von dem bedeckenden Körper verlaſſen wird, iſt der **gänzliche Austritt**.

Bey Durchgängen der Venus und des Merkurs durch die Sonnenſcheibe heißt **Anfang des Austritts** der Augenblick, in welchem der vorangehende Rand des Planeten den Sonnenrand von innen berührt; **gänzlicher Austritt** der, in welchem der nachfolgende Rand den Sonnenrand von außen berührt, oder der Planet die Sonnenſcheibe ganz verläſt, ſ. **Finſterniſſe, Bedeckungen, Durchgänge.**

Avtomate, Avtomata, Machinae, quae ſua ſponte moveri videntur, *Automates.* Mechaniſche Kunſt-

werke, welche ihre bewegende Kraft in ſich ſelbſt verborgen halten, und ſich alſo von ſelbſt, ohne merkliche äußere Kraft, zu bewegen ſcheinen. Gemeiniglich ſind die bewegenden Kräfte Federn oder Gewichte, weil ſich dieſe in den kleinſten Raum zuſammenziehen, und am beſten verbergen laſſen. Die gewöhnlichen Taſchenuhren geben das bekannteſte Beyſpiel von Avtomaten.

Einige Mechaniker haben die Kunſt in Abſicht auf dergleichen avtomatiſche Werke zu einer bewundernswürdigen Höhe getrieben. Die meiſte Bewunderung verdienen diejenigen Avtomate, welche unter der Geſtalt menſchlicher Figuren allerley menſchliche Handlungen vorzunehmen ſcheinen. Sie heißen **Androide** (hominem ſimulantia.) Die Tradition ſagt von **Albert Grot**, insgemein Albertus Magnus genannt, er habe bereits im dreyzehnten Jahrhunderte ein Avtomat in menſchlicher Geſtalt verfertiget, welches den Anklopfenden ſeine Thüre geöfnet, und dabey einen Laut, als ob es ſie anredete, von ſich gegeben habe. So ſoll auch **Regiomontan** nach dem Anführen des **Ramus** (Schol. math. L. II. p. 65.) eine eiſerne Fliege verfertiget haben, welche ſich aus ſeiner Hand um die Tafel herumbewegte, und wieder zu ihm zurückkam. Beyde Erzählungen aber ſind nicht glaubwürdig.

Vaucanſon verfertigte im Jahre 1738 zu Paris ſeinen mit Recht ſo berühmt gewordenen **Flötenſpieler**, welcher von ihm ſelbſt (Le Mécaniſme du Flûteur automate. Paris, 1738. überſ. im Hamb. Mag. II. B. I. St.) umſtändlich beſchrieben worden iſt. Die Figur war 5½ pariſer Schuh hoch, ſitzend, und mit einem Piedeſtal verſehen, in welchem die Hauptheile des Mechaniſmus verborgen waren. Mit einer unglaublichen Geſchicklichkeit hatte der Urheber dieſes Kunſtſtücks die feinſten mechaniſchen Hülfsmittel ſo zu nützen und zu verbinden gewußt, daß dieſe Maſchine verſchiedene muſikaliſche Stücke auf der Querflöte mit der gröſten Genauigkeit in Unterſcheidung des verſchiedenen Takts und des Vortrags ausführte, ohne anders in die Flöte zu wirken, als der Menſch, nemlich mit den Lippen zum Anſatz, und mit den Fingern zur

Modulation der Töne. Wenn die leſenswürdige Beſchreibung dieſer Maſchine nicht Erklärung eines ſchon vollendeten Werks, ſondern Entwurf eines erſt auszuführenden Plans wäre, ſo würden die meiſten ſie für eine ſinnreiche Chimäre erklären. **Vaucanſon** verfertigte noch außerdem einen Trommelſchläger, der mit der einen Hand das Flageolet ſpielte, und mit der andern das Stück auf der Trommel mit einfachen, doppelten und Wirbelſchlägen begleitete; ingleichen eine Ente, welche die Körner mit dem Schnabel aufnahm, kaute, verſchlang, und durch die natürlichen Wege in einer verdauten Körnern ähnlichen Geſtalt wieder von ſich gab. Dieſe Ente ſchlug mit den Flügeln, richtete ſich auf den Füßen in die Höhe, drehte den Hals u. ſ. w., und der Bau ihres Körpers war der Natur ſo viel möglich nachgeahmt. Dieſe Vaucanſonſchen Avtomate beſitzt gegenwärtig Herr Hofrath **Beireis** in Helmſtädt.

Die beyden **Jaquet Droz** in der Chaux-de-Fonds, Vater und Sohn, haben dieſe von Vaucanſon zuerſt in Aufnahme gebrachte Kunſt noch höher getrieben, und durch avtomatiſche Mechaniſmen alles ausgeführt, was nur das fruchtbarſte ganz für die Mechanik gebohrne Genie hat erdenken können. In der von Herrn Bernoulli herausgegebenen Beſchreibung des Fürſtenthums Welſch-Neuenburg und Vallengin (Sammlung kurzer Reiſebeſchreib. erſter überzähliger Band. Berlin 1783. S. 152 u. f.) findet ſich eine kurze Anzeige der Werke dieſer berühmten Künſtler, von deren jüngerem **Vaucanſon** ſelbſt geſagt haben ſoll, dieſer junge Mann fange da an, wo er aufgehört habe. Die merkwürdigſten dieſer Avtomate ſind die Figur eines zweyjährigen Kindes, das ſitzend an einem Pulte ſeine Feder eintaucht, das Ueberflüßige wegſchüttelt, und alles, was man ihm in franzöſiſcher Sprache vorſagt, nachſchreibt; eine andere ähnliche Figur, welche mit dem Bleyſtifte kleine Zeichnungen auf einer Schreibtafel verfertiget; ein Mädchen, das den Flügel ſpielt, und ein zuſammengeſetztes Stück von 4½ Schuh ins Gevierte und 2—3 Schuh Höhe, welches mancherley Scenen der Na-

tur und Kunſt mit mehreren avtomatiſchen Figuren darſtellet. Ueberhaupt iſt die Uhrmacherkunſt und die feinere praktiſche Mechanik in der Chaux-de-Fonds und im Locle ſehr weit getrieben worden. Man wird in der angeführten Beſchreibung noch mehrere Avtomate anderer Künſtler erwähnt finden, und es ſcheint das Clima dieſer Gegenden dem mechaniſchen Genie beſonders günſtig zu ſeyn.

Unter den neuſten Avtomaten hat der in Preßburg verfertigte **Schachſpieler** des Herrn **von Kempelen** das meiſte Aufſehen erreget. Beſchreibungen des Aeußern dieſer Maſchine und ihres Spiels haben Herr **von Windiſch** (Briefe über den Schachſpieler des Herrn von Kempelen. Baſel 1783. 8.) und Herr Prof. **Hindenburg** (Ueber den Schachſpieler des H. v. K. Leipzig 1784. 8. auch im Leipziger Magazin zur Naturk. Math. u. Oekon. 1784. drittes Stück) gegeben. Aber den innern Bau derſelben und die Art der äußern Einwirkung, welche nach Beſchaffenheit der Züge des Gegners die bewegende Kraft ſo modificirt, daß ſie paſſende Gegenzüge bewirkt, hält der Künſtler geheim; auch iſt dieſe Einwirkung dem Zuſchauer völlig unſichtbar, und auf die Walze und das Räderwerk in einer vor der Figur ſtehenden und das Schachbret tragenden Kommode werden nur vor Anfang des Spiels flüchtige Blicke erlaubt. Herrn **Nicolai** Vermuthung (Beſchreibung einer Reiſe durch Deutſchland. VI. Band), daß die Sache ein grober Betrug, und ein Knabe in der Figur verborgen ſey, wird dem, der die Maſchine geſehen hat, durch den Mangel des Raums, durch die Beſchaffenheit der Bewegungen ſelbſt, und durch das Einſicht und Beſcheidenheit verrathende Betragen des Künſtlers, unwahrſcheinlich. Auch Herr **Lichtenberg** (Magazin für das Neueſte aus der Phyſ. III. B. 2. St.) glaubt, dieſer Schachſpieler ſey kein mechaniſches Kunſtwerk. Hr. Prof. **Hindenburg** hingegen (a. a. O.) vermuthet eine mechaniſche Anordnung, welche Bewegung hervorzubringen ſtrebt, aber erſt durch den Zutritt einer Kraft von außen, vielleicht der magnetiſchen, wirklich **hervorbringt**, und glaubt, das Spiel der Figur ſey großentheils mechaniſch

und determinirt vorbereitet, und werde nur bey unvorhergeſehenen Zügen des Gegenſpielers auf eine unmerkliche Art abgeändert. Herr von Kempelen läugnet nicht, daß bey dem Spiele dieſer Figur Täuſchung vorgehe; iſt aber dieſe Täuſchung nur eine feinere, als Herr Nicolai vermuthet, ſo wird die Bekanntmachung derſelben dem Künſtler, obgleich nicht einträglicher, doch gewiß rühmlicher ſeyn, als ſein bisher beobachtetes geheimnißvolles Zurückhalten.

Avtomatiſche Bewegungen, Motus automatici, *Mouvemens automatiques*, heißen nach Boerhaave diejenigen Bewegungen, welche von dem innern Bau des thieriſchen Körpers abhängen, und nicht willkührlich hervorgebracht werden, z. B. der Umlauf des Bluts, die Abſonderungen der Säfte, die wurmförmige Bewegung der Gedärme, die Erweiterung und Verengerung des Augenſterns u. ſ. w.

Auzometer, eigentlich wohl Avxometer, Vergrößerungsmaaß, Auxometrum, *Auzometre*. Ein Werkzeug, womit ſich die Stärke der Vergrößerung bey einem Fernrohre meſſen läßt.

Man kan zwar durch Berechnung finden, wie ſtark ein Fernrohr vergrößere, ſ. Fernrohr. Allein, weil man hiezu die Brennweiten aller Gläſer genau kennen muß, und in Fällen, wo die Ocularröhre mehrere Linſen hat, die Rechnung manchem beſchwerlich fällt, ſo haben ſchon ältere Lehrer der Dioptrik, z. B. Wolf (Elem. Dioptr. Probl. 38.) die Vergrößerung durch die Erfahrung zu finden, angewieſen. Sie ſchreiben vor, Ziegeln auf dem Forſte eines Hauſes mit dem einen Auge durchs Fernrohr, und zugleich mit dem andern ohne Fernrohr zu betrachten, das Fernrohr ſo zu wenden, daß der Anfang beyder Bilder auf einander falle, und zu zählen, wie viel mit dem bloßen Auge geſehene Ziegel von dem durchs Fernrohr vergrößerten Bilde eines einzigen Ziegels verdeckt werden. Dieſe Anzahl, die ſich mit Hülfe des Fernrohrs leicht beſtimmen läßt, wird die Vergrößerungszahl ſeyn. Dieſe

Methode aber iſt für jeden unbrauchbar, deſſen beyde Augen nicht gleiche Güte haben.

Der engliſche Mechaniker Adams hat daher ein ſehr bequemes Werkzeug hiezu vorgeſchlagen, deſſen Beſchreibung ſich im Rozier (Journal de phyſique, Janvier 1783. p. 65.) findet. Die Einrichtung deſſelben gründet ſich auf den Satz, daß die Vergrößerungszahl dem Quotienten des Durchmeſſers der Oefnung des Objectivs bd (Taf. III. Fig. 35.) durch fg, oder den Durchmeſſer des hellen Bildes, welches von der Oefnung des Objectivglaſes auf dem letzten Augenglaſe entworfen wird, gleich ſey. Wenn z. B. beym aſtronomiſchen Fernrohre die Brennweiten beyder Gläſer in n vereiniget ſind, ſo iſt die Vergrößerungszahl eigentlich $= \frac{an}{nz}$, welches aber wegen der Aehnlichkeit der Dreyecke bnd und fng eben ſo viel als $\frac{bd}{fg}$ iſt. Die Dioptrik lehrt, daß der Satz für alle Fernröhre, auch für die mit mehreren Ocularen, gelte.

Das Werkzeug ſelbſt beſteht aus drey kleinen metallnen Röhren, die zuſammengeſchoben nur etwa $1\frac{1}{4}$ Zoll lang ſind, und 11 Linien im Durchmeſſer haben. Die erſte Röhre aben (Taf. III. Fig. 36.) ſteckt in der zweyten, und hat bey d eine Glaslinſe in einiger Entfernung vom Augenloche C. Die zweyte pmof iſt am Ende mit einer durchſichtigen Hornſcheibe bedeckt, die durch Parallelſtriche, welche nur $\frac{1}{100}$ Zoll von einander abſtehen, getheilt iſt. Die äußerſte Röhre gstr iſt an beyden Seiten offen, und dient blos dazu, der Scheibe mo den gehörigen Abſtand zu geben, damit ſie das Bild der Oefnung des Objectivglaſes auffangen könne, welches ſich am Ende der Ocularröhre da, wo man ſonſt das Auge anhält, entwirft. Auf eben dieſer Röhre iſt ein Zoll in Zehntheile, und das eine Zehntel in Hunderttheilchen getheilt.

Der Gebrauch iſt folgender. 1) Man richtet das Fernrohr ſo ein, daß man den Gegenſtand deutlich ſehen

kan. 2) Man zieht nun die Röhre a b e n ſo weit aus, daß man, gegen den Himmel, die Parallelſtriche auf m o durch die Linſe d deutlich erkennt. 3) Man ſetzt das Auxometer an die Ocularröhre, und verſchiebt die Röhre g s t r ſo lange, bis man durch C das durchs Fernrohr gemachte Bild auf der Hornſcheibe deutlich ſehen kan. 4) Man zählt, wie viel Parallelſtriche der Durchmeſſer dieſes Bildes einnimmt. 5) Man mißt mit einem Zirkel den Durchmeſſer der Oefnnng des Objectivglaſes in Hunderttheilchen des Zolles, und dividirt ihn durch die Anzahl der Hunderttheilchen, die ſein Bild einnimmt. Der Quotient iſt der obigen Theorie gemäß die Vergrößerungszahl. Nimmt z. B. das Stralenbild auf der Hornſcheibe 5 Hunderttheile ein, und iſt der Durchmeſſer des Objectivglaſes $1\frac{1}{2}$ Zoll oder 150 Hunderttheile, ſo wird die Vergrößerung $\frac{150}{5}$ oder 30fach ſeyn.

Beym galiläiſchen oder holländiſchen Fernrohre kan dieſes Auxometer nicht gebraucht werden, weil man da wegen des hohlen Augenglaſes kein eigentliches Bild hat; wohl aber bey Spiegelteleſcopen, wenn man es ſo anbringt, daß das Bild auf der Hornſcheibe recht deutlich erſcheint.

Lichtenberg Magazin für das Neueſte aus der Phyſik, II. B. 2 St. S. 74. u. f.

Axe, Axis, *Axe.* In der Sphärik oder der Lehre von den Kugelſchnitten wird dieſer Name als ein allgemeines Kunſtwort der geraden Linie PR, Taf. III. Fig. 37. beygelegt, welche die Mittelpunkte der aus mehreren parallellaufenden Kugelſchnitten entſtandenen Kreiſe, wie HI, DE, AQ, FG, KL, mit einander verbindet. Die Axe PR geht alſo auch durch den Mittelpunkt der Kugel C, welcher zugleich der Mittelpunkt des gröſten unter dieſen Kreiſen, des Kreiſes AQ iſt. Auch ſteht ſie ſenkrecht auf den Ebnen aller dieſer Kreiſe oder Kugelſchnitte. Wenn man daher aus dem Mittelpunkte eines auf der Kugelfläche beſchriebenen Kreiſes eine Linie auf ſeine Ebne lothrecht aufrichtet, und auf beyden Seiten bis an die Kugelfläche verlängert, ſo iſt dieſe des Kreiſes Axe.

Stellt man ſich vor, die Kugel würde an den Punkten P und R feſtgehalten, und ſo um die unbewegliche Linie PR umgedrehet, ſo muß bey dieſer Umdrehung jeder Punkt der Kugelfläche einen von den parallelen Kreiſen beſchreiben, von welchen PR die Axe iſt. Daher kömmt auch die Benennung, welche urſprünglich eine Linie bedeutet, um welche etwas gedreht wird.

So ſcheint ſich das ganze Weltgebäude in 24 Stunden um eine unbewegliche Linie zu drehen, welche die Weltaxe heißt, und die Axe des Aequators und der mit ihm gleichlaufenden Tagekreiſe iſt, ſ. Weltaxe. Eigentlich aber iſt es die Erdkugel, welche in dieſer Zeit ſich um die Erdaxe dreht. Dieſe iſt die Axe des Aequators der Erde und ſeiner Parallelkreiſe, ſ. Erdaxe.

Für jeden Kreis der Himmelskugel läſt ſich eine Axe denken. So hat die Ekliptik ihre eigne Axe, ſ. Ekliptik; die Scheitellinie iſt die Axe des Horizonts, die Morgen- und Abendlinie die Axe des Mittagskreiſe, die Mittagslinie die Achſe des erſten Scheitelkreiſes.

Ein Rad dreht ſich um das Holz, das man ſeine Axe nennt, wie der Kreis AQ um ſeine Axe PR. Eben ſo dreht ſich ein Mühlrad an ſeiner Welle, ein Uhrrad an ſeiner Spindel ꝛc. um die von einem Zapfen zum andern gezogne Linie; eben ſo iſt der Kreis, den der umgedrehte Arm einer Winde, eines Haſpels, einer Kurbel beſchreibt, gegen die durch ihre Zapfen oder Lager gezogene Linie gerichtet. In dieſen Maſchinen heißen daher die genannten Theile ſämmtlich Axen. Auch führt dieſe ganze Claſſe von Maſchinen den Namen des Rads an der Axe, ſ. Rad.

Axe eines Cylinders heißt die gerade Linie, welche die Mittelpunkte ſeiner beyden Grundflächen verbindet, Axe eines Kegels die Linie aus ſeiner Spitze in der Grundfläche Mittelpunkt. Die Urſache der Benennung iſt, weil man ſich beym ſenkrechten Cylinder und Kegel vorſtellen kan, ſie ſeyen aus der Umdrehung eines Rechtecks oder rechtwinklichten Dreyecks um dieſe Linie entſtanden.

Auch den Kegelſchnitten, z. B. der Ellipſe Taf. I. Fig. 17. werden Axen zugeſchrieben. Sie ſind diejenigen

Linien, welche alle auf ſie rechtwinklicht gezognen Sehnen des Kegelſchnitts halbiren. Die Ellipſe und Hyperbel haben zwo Axen, die Parabel nur eine. So iſt AP die große, DE die kleine Axe der Ellipſe AMmDPE. Da die Planetenbahnen Ellipſen ſind, ſo wird man hieraus verſtehen, was große Axe der Planetenbahn ſey, ſ. Apſidenlinie. Beyde Axen der Ellipſe gehen durch den Mittelpunkt C, die große auch durch die Brennpunkte, z. B. durch S. Man nennt dieſe Linien vermuthlich darum Axen, weil die Kegelſchnitte ſich um ſie drehen müſſen, wenn die Körper erzeugt werden ſollen, die man Ellipſoide, Hyperboloide, Paroboloide nennt.

Axe eines Linſenglaſes heißt die gerade Linie durch die Mittelpunkte der Krümmungen beyder Flächen. Sie geht durch die Mitte der Linſe, und iſt die Axe des gröſten Kreiſes derſelben. Axe eines erhabnen oder hohlen Spiegels, die Linie durch ſeine Mitte und den Mittelpunkt ſeiner Krümmung. Axe eines Fernrohrs, die gemeinſchaftliche Axe aller ſeiner Gläſer. Axe des Auges, oder Geſichtsaxe, die gerade Linie durch die Mitte des Augenſterns und die Mittelpunkte der Krümmungen der Kryſtallinſe und der übrigen Feuchtigkeiten.

Azimuth, Azimuth, *Azimuth*. Das Azimuth eines Sterns S, Taf. I. Fig. 5. heißt der Bogen des Horizonts HT, welcher zwiſchen dem Mittagspunkte H und dem Scheitelkreiſe des Sterns ZST enthalten iſt. Das Azimuth iſt das Maaß des Winkels HZT, welchen der Scheitelkreis des Sterns mit dem Mittagskreiſe macht. Es kan **öſtlich** (orientale) oder **weſtlich** (occidentale) ſeyn, je nachdem der Stern S vor oder nach ſeinem Durchgange drrch den Mittagskreis beobachtet wird. Beym Durchgange ſelbſt iſt das Azimuth = 0.

Durch die aſtronomiſchen Quadranten, an welchen zu dieſer Abſicht ein getheilter horizontaler Kreis, der Azimuthalkreis, befindlich iſt, wird, mittelſt einer einzigen Beobacheung, das Azimuth HT mit des Sternes Höhe ST zugleich gefunden.

Im Kugeldreyecke ZPS, deſſen drey Spitzen Scheitelpunkt, Weltpol und Stern ſind, iſt ZP der Aequatorhöhe des Orts, PS dem Complemente der Abweichung des Sterns SD, ZS dem Complemente ſeiner Höhe ST gleich; der Winkel Z iſt der Nebenwinkel des Azimuths HZT; der Winkel P der Stundenwinkel, deſſen Maaß der Bogen des Aequators AD iſt, welcher ſich noch durch den Mittagskreis ſchieben muß, ehe der Stern culminiret, oder ſich, wenn der Stern ſchon durch den Mittagskreis gegangen iſt, ſeit dem Augenblicke der Culmination durchgeſchoben hat. Man ſieht alſo leicht, daß unter folgenden fünf Stücken: Aequatorhöhe des Orts, Abweichung, Höhe, Azimuth und Stundenwinkel des Geſtirns, nur drey gegeben ſeyn dürfen, um die beyden übrigen vermittelſt des Dreyecks ZPS daraus zu berechnen. Von dieſer Auflöſung machen die Aſtronomen in vielerley Abſichten Gebrauch.

Der Name Azimuth iſt arabiſchen Urſprungs, und im mittlern Zeitalter in die Sternkunde eingeführet worden.

B.

Bäche, Rivuli, *Ruiſſeaux*. Die kleinern fließenden Gewäſſer, welche unmittelbar aus den Quellen entſpringen, und durch ihre Vereinigung Flüſſe und Ströme bilden, ſ. Quellen, Flüſſe.

Bäder, warme, Aquae calidae, Thermae, *Eaux, Eaux thermales*. So heißen diejenigen Quellen, welche wärmer ſind, als der ſie umgebende Luftkreis. Da ihr Waſſer großentheils mineraliſche aufgelöſte Theile mit ſich führet, ſo wird es in mediciniſchen Abſichten theils getrunken, theils als Bad gebraucht, daher ſich die Benennung leicht erklärt.

Wallerius (Hydrologia, Stockh. 1748. 8. Hydrologie, überſ. von Denſo, Berlin 1751. 8.), Carthäuſer (Rudimenta hydrologiae, Frf. 1760. 8.) und Zückert (Beſchreibung aller Geſundbrunnen Deutſchlands, Königsberg, zwote Aufl. 1776. gr. 8.) claſſificiren und be-

ſchreiben eine große Anzahl warmer Bäder, unter welchen ich hier nur einige beyſpielsweiſe zu Anführung mehrerer Umſtände ausheben will.

Des in ganz Europa berühmten Carlsbads wird ſchon im achten Jahrhundert erwähnt, ob es gleich erſt ſeit 1370 durch Kayſer Carl IV bekannter geworden iſt. Der Brudel oder Sprudel bricht nahe am Töpelfluß häufig aus fünf Oefnungen hervor, und ſteigt völlig 6 Fuß über die Oberfläche. Die Adern ſtreichen quer unter dem Fluſſe durch, und mitten im Fluſſe, wo ſich das Waſſer ſelbſt eine Steinrinde oder Sprudelſchale gemacht hat, werden ſie jährlich zweymal durch eine ſechſte Oefnung abgezapft, indeß man die Röhren und Ständer, durch die es gewöhnlich ſpringt, reiniget. Dieſe Quelle giebt ſtündlich 50 Centner Waſſer. Die Wärme iſt ohngefähr 59 Grad nach Reaumur, brüht das Federvieh, und ſiedet die Eyer hart. Der Sprudel riecht etwas ſchweflicht, ſchmeckt, ehe er erkaltet, ſalzig, etwas fett und laugenhaft. Nach Gewittern ſchmeckt er ſtärker und kräftiger. Man erhält daraus durch das Abdampfen einen Rückſtand von $29\frac{1}{2}$ Gran auf jedes Pfund, nemlich $2\frac{1}{2}$ Laugenſalz, $19\frac{1}{2}$ Gran Glaubers Salz, $2\frac{3}{4}$ Gran Kalk und $5\frac{1}{4}$ Gran Selenit. Becher (Neue Abhdl. vom Karlsbade, Prag 1772. gr. 8.) giebt auf ein Pfund an $3\frac{1}{4}$ Gran Erde, welche er für die alkaliniſche Baſis der Schwefelkieſe hält, 13 Gr. Glauberſalz nebſt 4 Gr. Kochſalz in Kryſtallen, und $8\frac{3}{4}$ Gran mineraliſches Alkali mit einem geringen Eiſengehalt. Selenit findet er nicht darinn. Nicht weit davon ſind noch einige warme Quellen, unter welchen der Mühlbrunnen und Neubrunnen die vornehmſten ſind. Beyde geben einen ſtärkern Rückſtand, als der Sprudel, und enthalten vornehmlich mehr Glauberſalz. Der erſte iſt klärer und ſäuerlich, auch angenehmer, als der Sprudel, und hat 40 Grad Wärme nach Reaumur. Der letztere hat 48 Grad Wärme, riecht nach Schwefelleber, ſchmeckt aber nicht unangenehm. Der Sprudel iſt wegen ſeiner Wirkung gegen Gicht und Stein bekannt. Er überzieht die meiſten hineingelegten Sachen, doch das Fleiſch nicht, mit einer Stein-

rinde, welches die warmen Bäder mehrentheils thun. Je heißer das Waſſer iſt, deſto brauner und härter wird dieſe Rinde. Eine Meile von der Stadt bey Altſattel, wo man häufig Kieſe fördert, wird Schwefel, Vitriol, und vor dieſem Alaun, bereitet; man findet in der Gegend auch Steinkohlen, und da, wo die warmen Quellen entſpringen, Dunſtlöcher, oder Oefnungen, aus welchen erſtickende Schwefeldämpfe hervorbringen.

In den Aachner Bädern iſt der Rückſtand verſchiedener zuſammengeleiteter Waſſer 20 — 24 Gran auf ein Pfund. Er beſteht aus einem beſondern Alkali, welches in der Hitze verflieget, und nicht einmal Schwefel auflöſet. Dies macht ohngefähr den halben Gehalt aus; der Reſt iſt Kochſalz und Kalk. So sehr dieſes Waſſer nach Schwefelleber riecht und ſchmeckt, ſo hat man doch noch keinen Schwefel aus demſelben ziehen können. Auf dem Waſſer ſelbſt aber ſetzt ſich Schwefel an den Stellen, wo ſich eine Steinrinde angelegt hat. Dieſer iſt anfangs weich, wird aber mit der Zeit hart, und bildet ſich zu ſchiefrigen bis 1¼ Lin. dicken Schichten. Um Aachen findet man häufig Steinkohlen, auch Galmey und Eiſenerz. Das warme Waſſer iſt ſeifenartig, und wird mit Vortheil zum Waſchen gebraucht.

Die Aachner Waſſer ſind ſo heiß, daß ſie auf 12 (im Kayſersbade wohl 15 bis 18) Stunden lang ſtehen müſſen, ehe ſie gebraucht werden. Dieſe Hitze beträgt 32 — 56 Grad nach Reaumur. Man findet an andern Orten heiße Quellen faſt bis zur Hitze des Siedpunkts.

Die gewöhnlichſten in den warmen Bädern enthaltenen Materien ſind Laugenſalz oder alkaliſche Erde, Glauberſalz, Kochſalz, Selenit, Kalk oder weiße Magneſia, auch zuweilen Eiſen. Die ſchwefelartigen, welche wie Schwefelleber riechen und das Silber ſchwarz machen, ſind die ſonderbarſten. Das Waſſer von Bath in England ſoll Alaun halten. Die ſeifenartigen Bäder führen eine feine Thonmaterie. Anweiſungen zur chymiſchen Unterſuchung der Bäder u. mineraliſchen Waſſer überhaupt geben Bergmann (De analyſi aquarum, in ſ. Sammlung

chem. Schriften) und Macquer (chym. Wörterb. Art. Waſſer, mineraliſche).

Da viele dieſer in den warmen Bädern enthaltenen Materien, beſonders der Selenit und das Kochſalz, im Waſſer auflösbar ſind, und häufig in der Erde angetroffen werden, ſo iſt es leicht begreiflich, wie das darüber hinfließende Waſſer Theile davon in ſich nehmen könne. Trift nun ein ſolches Salzwaſſer Thonerden an, ſo kan die faſt in allen dieſen Erden enthaltene Vitriolſäure einen Theil ſeines Kochſalzes zerſetzen, und mit dem mineraliſchen Alkali, als der Grundlage deſſelben, Glauberſalz bilden. Treffen hingegen ſolche Waſſer unter der Erde auf Kieſe, die ſich im Zuſtande der Zerſetzung befinden, ſo können ſie ſich durch dieſelben mit Schwefel- Eiſen - Kupfervitriol, alaunigen Salzen u. dgl. überladen. So wird man ſich mit Macquer die Entſtehung ſolcher mineraliſchen Waſſer ſehr leicht vorſtellen können.

Nach Bergmanns Meinung iſt die Erklärung des Schwefelgehalts am ſchwerſten, da dieſe Waſſer zwar von Natur durch eine darauf entſtehende Haut wirklichen Schwefel abſetzen, die Kunſt aber keinen daraus erhalten kan. Da der Dunſt, der beym Fällen einer Schwefelleber aufſteigt, oder das hepatiſche Gas, vom Waſſer eingeſogen, ein Schwefelwaſſer erzeugt, ſo iſt es ſehr wahrſcheinlich, daß der Schwefelgehalt in den mineraliſchen Waſſern gröſtentheils in dieſem hepatiſchen Gas beſtehe, ſ. Gas, hepatiſches. Außerdem könnte wohl der Schwefel nicht anders, als vermittelſt eines Laugenſalzes, im Waſſer aufgelöſet ſeyn.

Die Hitze der warmen Bäder ſchreiben die Naturforſcher faſt einſtimmig dem unterirdiſchen Feuer, oder wenigſtens eben denſelben Urſachen zu, welche dieſes Feuer erzeugen. Hierunter gehört vornemlich das mit einem hohen Grade von Hitze begleitete Aufbrauſen der Schwefelkieſe und anderer Mineralien bey ihrer durch Einwirkung des Waſſers und der Luft erfolgenden Zerſetzung, ſ. Feuer, unterirdiſches; daß alſo die wohlthätigen warmen Bäder einerley Urſprung mit den zerſtörenden Erdbeben und

Vulkanen zu haben ſcheinen. Erxleben (Anfangsgr. der Naturl. §. 692.) fragt, ob nicht vielleicht Vitriolſäure, die auf Eiſen wirkt, die Urſache der Hitze ſeyn könnte. Dies kan nur bey eiſenhaltigen Bädern der Fall ſeyn. Wenn die Adern ſolcher Quellen tief unter der Erde liegen, ſo iſt leicht abzuſehen, daß ſie ihre Hitze ſehr lange behalten können, und daß dieſelbe von der Wärme oder Kälte der äuſſern Luft ganz unabhängig iſt.

Noch einige Umſtände, den Gehalt der mineraliſchen Waſſer betreffend, wird man bey dem Worte: Geſundbrunnen, antreffen.

Macquer chym. Wörterb. Art. Waſſer, mineraliſche. Bergmann phyſ. Beſchr. der Erdkugel, 3 Abth. Cap. 1. von Quellen.

Balliſtik, Theoria balliſtica ſ. motus projectilium, *Balliſtique*. Die Lehre von den Bahnen, welche geworfene Körper in der Luft beſchreiben. Sie macht einen Theil der höhern Mechanik aus und iſt vornehmlich für die Artillerie zur Theorie des Bombenwerfens und der Ladung und Richtung des groben Geſchützes brauchbar.

Die Körper werden entweder lothrecht, oder horizontal, oder ſchief geworfen. Mit der aus dem Wurfe entſtandenen Bewegung verbindet ſich der durch ihre Schwere bewirkte Fall. Iſt der Wurf lothrecht, ſo bleibt die Bewegung geradlinigt, und wird, wenn der Wurf von oben herab geſchieht, durch den Fall beſchleunigt, wenn aber der Wurf von unten herauf gerichtet iſt, retardirt, und endlich ganz aufgehoben, worauf der Körper durch die bloße Wirkung ſeiner Schwere wieder herabfällt.

Bey horizontalen und ſchiefen Würfen aber, wo die Richtungen des Wurfs und der Schwere Winkel mit einander machen, entſtehen Bewegungen in krummen Linien, welche nach den von Galilei entdeckten Geſetzen fallender Körper Parabeln ſeyn müſſen, in ſo fern der Widerſtand der Luft dieſes nicht ändert. Setzt man dieſen Widerſtand aus den Augen, ſo erhalten die Lehren, die ſich aus den Galileiſchen Sätzen herleiten laſſen, den Namen der paraboliſchen Theorie der Balliſtik. Nach dieſer würden

ſich geworfene Körper im luftleeren Raume bewegen. Die Aufgabe aber, das zu finden, was der Widerſtand der Luft in dieſer Theorie abändert, heißt das balliſtiſche Problem. Außerdem gehören zur Anwendung der Balliſtik noch Unterſuchungen über die Geſchwindigkeit, welche Ladungen von beſtimmter Stärke den abgefeuerten Körpern mittheilen. Einige zur paraboliſchen Theorie gehörige Sätze ſ. bey den Worten: **Wurf, Weite des Wurfs.**

Vor Galilei hatte man von der Bahn der horizontal oder ſchief geworfenen Körper ſehr unrichtige Begriffe. Man glaubte, der erſte Theil des Weges einer Canonenkugel ſey geradlinigt, und der ganze Weg werde mit dreyerley Bewegungen, der gewaltſamen, vermiſchten und natürlichen, zurückgelegt. Solche Begriffe kommen noch beym **Schwenter** (Mathematiſche Erquickſtunden, Nürnberg 1651. 4. Th. I. S. 427. u. f.) vor, der ſie doch ſchon beſſer hätte haben können. **Tartalea** hatte bereits 1537 entdeckt, daß der ſchiefe Schuß unter einem Winkel von 45° der weitſte, und kein Theil der Bahn geradlinigt ſey. Den erſten Umſtand führt auch Schwenter, aber mit einer ganz unverſtändlichen Erklärung, an. Nach Galilei Entdeckungen (Diſcorſi e dimoſtrazione matematiche. Leid. 1638. Giornata 4.) ward die paraboliſche Theorie durch den **P. Merſenne** und **Torricelli** bald entwickelt; man verfiel aber in den Fehler, ſich zu überreden, daß der Widerſtand der Luft unbeträchtlich, und alſo dieſe Theorie allein hinreichend ſey. Sie iſt von **Blondel** (l' Art de jetter les bombes. Paris 1683. 4. Blondels Kunſt, Bomben zu werfen, Sulzbach 1686.), dem Grafen v. **Herberſtein** (Amari a Lapide artis technicae via plana. Stettin 1736.) und **Belidor** (Le bombardier françois. Paris 1740. 4.) vorgetragen, und von **Maupertuis** (Baliſtique arithmetique, in Mém. de l' acad. des ſc. 1732.) in kurze Formeln zuſammengefaſſet worden. Belidor hat ſie mit Erfahrungen verglichen, und will die Abweichungen unbeträchtlich gefunden haben. **Robins** (New principles of gunnery. London 1742. Neue Grundſätze der Artillerie, aus dem Engl. von **Leonh. Euler**, mit

Erläut. Berlin 1745. 8.) zeigte zuerſt, wie wichtig für die Praxis die Betrachtung des Widerſtandes der Luft ſey. Newton hatte ſchon (Princ. L. II. Prop. 40.) Verſuche über den Widerſtand der Luft bey langſamen Bewegungen bekannt gemacht, und eine Theorie darauf gebaut, nach welcher ſich derſelbe, wie das Quadrat der Geſchwindigkeit, verhält, und die Bahn der Geſchützkugeln mehr der Hyperbel ähnlich wird; Robins aber glaubte durch Verſuche mit Geſchützkugeln den Widerſtand bey ſchnellen Bewegungen faſt dreymal ſo groß, als nach Newtons Theorie, gefunden zu haben, worinn ihm auch Euler beyſtimmt. Beyde haben in der angeführten vortreflichen Schrift andere Theorien zu geben verſucht. Allgemeine Auflöſungen des balliſtiſchen Problems, die ſich auf mehrere Geſetze des Widerſtands anwenden laſſen, haben ſchon ſeit 1718 Joh. Bernoulli, Hermann und Taylor gegeben. Eine Abhandlung Eulers (Recherches ſur la veritable courbe, que décrivent les corps jettés dans l'air, in Mém. de Berlin. To. IX.) beſtimmt die Bahn für ein beſonderes angenommenes Geſetz, und der Graf v. Grävenitz (Abhdl. von der Bahn der Geſchützkugeln, Bützow 1764. 4.) hat daraus Tafeln berechnet, und Anweiſungen für die Praxis hergeleitet. Des Ritter d'Arcy Verſuche (Verſuch einer Theorie der Artillerie, überſ. von Lambert, 1766. 8.) ſcheinen mit denen von Robins übereinzuſtimmen; Lambert aber hat in ſeinen Anmerkungen zu denſelben mit großem Scharfſinne gezeigt, daß beyde der Newtoniſchen Theorie nicht ſo ſehr entgegen ſind, als man geglaubt hatte. Lambert hat ebenfalls (Mém. de Berlin. To. XXI.) eine Auflöſung des balliſtiſchen Problems gegeben. Bisher aber hat die Praxis aus den Bemühungen dieſer Gelehrten noch nicht den gehörigen Nutzen ziehen können.

Ueber die Gewalt des Pulvers findet man Unterſuchungen im Robins. Man nimmt an, daß ſich unter übrigens gleichen Umſtänden die anfängliche Geſchwindigkeit des abgeſchoſſenen Körpers, wie die Quadratwurzel aus der Menge des Pulvers, verhalte, womit Huttons Verſuche (Phil. Trans. Vol. LXVIII. P. I. n. 5.) übereinſtimmen.

Käſtner Anfangsgr. der höhern Mechanik. Erſt. Abſchn. Cap. 6. §. 186. Karſten Lehrbegrif der geſammten Mathem. 4. Theil. Mechanik. XX. Abſchn. §. 27. u. f.

Barometer, Barometrum, Baroſcopium, tubus Torricellianus, *Barometre*. Das Werkzeug zu Abmeſſung des Drucks der Luft und ſeiner Veränderungen. Man bedient ſich dazu gemeiniglich einer mit Queckſilber gefüllten, oben luftleeren u. verſchloſſenen Glasröhre, in welcher das Queckſilber, bey ſtärkerm Drucke im Luftkreiſe, höher ſteigt, bey vermindertem Drucke herabſinkt.

Da die Erfindung des Barometers durch Torricelli im Jahre 1643 ſo viel zum Umſturz der alten ſcholaſtiſchen Phyſik beygetragen hat, ſo verdient ihre Geſchichte hier umſtändlicher erzählt zu werden.

Die Wirkungen der Saugpumpen, einſaugenden Spritzen und Heber, der Gießkannen, welche gießen oder still ſtehen, je nachdem man die obere Oefnung frey läſt oder mit dem Finger zuhält (clepſydrae, Ariſtot. Phyſic. L. IV. c. 6.) u. dgl. wurden vom Ariſtoteles und nach ihm von den ſcholaſtiſchen Phyſikern bis ins ſiebzehnte Jahrhundert durch einen der Natur angedichteten Abſcheu vor dem leeren Raume (horror ſ. fuga vacui) erklärt. Galilei entdeckte zwar, daß das Waſſer in den Saugpumpen nie höher als 32 Schuh gehoben werde; allein dieſe Entdeckung führte ihn nur ſo weit, daß er dem eingebildeten Abſcheu vor der Leere gewiſſe Grenzen ſetzte. Er ſieht zwar (Diſcorſi e dimoſtrazione matematiche intorno a due nuove ſcienze, Leid. 1638 Giornata 1.) einen luftleeren Raum als möglich an, und lehrt ihn durch einen oben verſchloſſenen Cylinder, in welchem ein genau anſchließender Kolben durch Gewichte von oben herabgezogen wird, hervorbringen. Aber er giebt dies für eine Methode aus, die Kraft der Leere, d. i. die Größe oder Grenze des Abſcheus vor der Leere, zu meſſen, und erklärt daraus die Cohäſion der Körper. Da dieſer große Mann auch die Schwere der Luft kannte, und a. a. O. zwo Arten, ſie zu beweiſen, lehrt, ſo iſt es kaum begreiflich, wie er den letzten Schritt verfehlen konnte, der ihm noch zur

wahren Erklärung der Phänomene des Saugens übrig blieb. So viel Gewalt hatte das verjährte Vorurtheil über einen der ſcharfſinnigſten Köpfe.

Evangeliſta Torricelli, des Galilei Schüler und Nachfolger im Lehramte zu Florenz, betrieb die Sache mit beſſerm Erfolg. Er kam auf den glücklichen Gedanken, daß eben die Urſache, welche das Waſſer nur 32 Schuh hoch treibe und halte, das 14mal ſchwerere Queckſilber nur $\frac{32}{14}$ Schuh, d. i. $27\frac{1}{2}$ Zoll hoch treiben und halten werde. Dieſe geringere Höhe verſchafte den Verſuchen mehr Bequemlichkeit. Torricelli ſchmolz nun eine Glasröhre von einigen Schuhen Länge an einem Ende zu, füllte ſie durch das andere mit Queckſilber, verſchloß die Oefnung mit dem Finger, und brachte ſie in umgekehrter Stellung mit der zugehaltenen Oefnung in ein mit Queckſilber angefülltes Gefäß. Wenn er dann den Finger wegnahm, und das Queckſilber auslaufen ließ, ſo fand er ſeine Erwartung beſtätigt. Nur der obere Theil der Röhre ward leer, und es blieb eine $27\frac{1}{2}$ Zoll hohe Queckſilberſäule in der Röhre ſtehen. Taf. III. Fig. 38. giebt hievon eine Abbildung. AB iſt die Glasröhre, A ihr zugeſchmolzenes, B ihr ofnes Ende. Sie ſteht im Gefäße CDEF, das bis GH mit Queckſilber gefüllt iſt. Sobald der bey B vorgehaltene Finger weggenommen ward, leerte ſich die vorher ganz angefüllte Röhre nur von A bis I aus. Die ſenkrechte Höhe von I über der Fläche des Queckſilbers im Gefäße GH betrug 27 — 28 Zoll.

Torricelli meldete den Erfolg dieſes Verſuchs im Jahre 1644 an den P. Merſenne in Nevers, durch deſſen ausgebreiteten Briefwechſel damals faſt alle Naturforſcher und Mathematiker der europäiſchen Länder in Verbindung ſtanden. Durch dieſen erfuhr ihn der berühmte Paſcal, und ſchrieb darüber im 23ſten Jahre ſeines Alters eine Abhandlung (Experiences nouvelles touchans le vuide, Paris 1645.), durch die er zuerſt von dieſer Seite berühmt ward. Doch nimmt auch er hier noch den Abſcheu vor der Leere an.

Torricelli hingegen kam nach einigem Nachdenken auf die Vermuthung, daß die Erhaltung der Queckſilberſäule von GH bis I wohl von dem Drucke der auf der Fläche GH ruhenden und bis an die Grenzen des Luftkreiſes ſich erſtreckenden Luftſäule herrühren möge. Dieſer Gedanke iſt den bekannten hydroſtatiſchen Geſetzen ſo gemäß, daß man ihn nur hören darf, um darinn ſogleich die wahre Erklärung des Phänomens zu erkennen. Der Urheber deſſelben war im Begriff, ihn weiter zu verfolgen, als ihn ſchon 1647 ein frühzeitiger Tod dahinriß. Von ihm heißt noch die eben beſchriebene Vorrichtung, die nichts anders als das Barometer ſelbſt iſt, die torricelliſche Röhre, und der leere Raum AI, die torricelliſche Leere.

Paſcal machte ſich nun die Vermuthung des Torricelli ganz eigen, und beſtätigte ſie durch verſchiedene neue Verſuche. Er ließ durch Perrier, einen ſeiner Schwäger zu Clermont in Auvergne, ſchon 1648 Verſuche auf dem Berge Puy-de-Dom anſtellen (ſ. Höhenmeſſungen, barometriſche), wobey ſich fand, daß das Queckſilber in der torricelliſchen Röhre auf dem Gipfel des 500 Toiſen hohen Berges über 3 pariſer Zoll niedriger ſtand, als es am Fuße des Berges geſtanden hatte, ſo daß die Queckſilberſäule auf dem Gipfel nur bis K reichte, da ſie, wenn der Verſuch am Fuße des Berges angeſtellt ward, bis I gieng. Hierdurch ward unwiderſprechlich erwieſen, daß die Aufrechterhaltung des Queckſilbers bis I keinen Abſcheu vor der Leere, ſondern den Druck der über GH ruhenden Luftſäule zum Grunde habe: denn ſo wie man ſich durch Beſteigung des Berges den Grenzen des Luftkreiſes näherte, und alſo dieſe Luftſäule verkürzte, ſo ward auch die Höhe der aufrechterhaltnen Queckſilberſäule verkürzt — ein Zeichen, daß zwiſchen beyden Säulen ein Gleichgewicht ſtatt finde. Auch fand Paſcal, daß, bey weggenommener Luft über GH, das Queckſilber von I bis ins Gefäß CDEF herabſank. Durch ſo überwiegende Gründe ſchlug er in einer vortreflichen Schrift (Traité de l'équilibre des liqueurs et de la peſanteur de la maſſe de l'air, Par. 1663. 12.) die ungegründete u. nichts ſagende

Erklärung der Peripatetiker gänzlich zu Boden, und beförderte dadurch den Sieg über die ſcholaſtiſch-ariſtoteliſche Philoſophie und Naturlehre. Man darf alſo ſagen, daß die Erfindung des Barometers mit dem Urſprunge der richtigern Philoſophie ſehr genau verbunden geweſen ſey.

Descartes, der ſo eifrige Gegner der ariſtoteliſchen Weltweisheit, ſcheint doch ſchon vor Torricelli und Paſcal richtige Begriffe von der Urſache der Phänomene des Saugens gehabt zu haben. In ſeinen Briefen (Ren. Deſcartes Epiſtolae, Amſt. 1682. III. Vol. 4.) finden ſich verſchiedene (P. II. 91. 94. 96. P. III. 102.), worinn er die Cohäſion, das Aufſteigen des Waſſers in den Pumpen, die Erhaltung des Waſſers in ofnen Gefäßen bey verſtopfter oberer Oefnung, das Anhängen glatter Flächen an einander, ja ſogar die Erhaltung des Queckſilbers in einer ofnen Glasröhre bey verſchloßnem obern Ende, dem Drucke der Luft zuſchreibt, und Galilei's Meinung von den Grenzen des Abſcheus vor der Leere beſtreitet. Es ſind aber die Data dieſer Briefe ungewiß, und andere Beyſpiele lehren, daß Descartes nicht der gewiſſenhafteſte war, wenn es darauf ankam, ſich fremde Erfindungen zuzueignen, ſ. **Brechung der Lichtſtralen.**

Torricelli und Paſcal hatten ſchon bemerken müſſen, daß die Höhe der Queckſilberſäule in der torricelliſchen Röhre täglichen Veränderungen unterworfen ſey; ſie ſchloſſen daraus, daß auch der Druck der Atmoſphäre von Tag zu Tag veränderlich ſey, und daß man dieſe Röhre zur Wahrnehmung und Abmeſſung dieſer Veränderungen gebrauchen könnte. Otto von Guericke war hierauf beſonders aufmerkſam. Man fieng daher an, dieſes Inſtrument als etwas ſehr nützliches zu betrachten, und jedermann verſahe ſich mit demſelben. Man gab ihm den Namen **Barometer**, der ſo viel als **Maaß der Schwere** bedeutet; behutſamere Naturforſcher wählten den Namen **Baroſkop**, oder Werkzeug zu Beobachtung der Schwere, weil ſie glaubten, zum Maaße werde mehr erfordert, als das Inſtrument leiſte. Dennoch verdient dieſes Werkzeug den Namen eines Maaßes mehr, als andere ähnliche; es

zeigt nicht blos Vergrößerungen und Verminderungen des Drucks der Atmoſphäre an, ſondern giebt in der That die abſolute Größe dieſes Drucks durch das Gewicht einer mit ihm gleichwiegenden Queckſilberſäule. Der große Haufe, der aus Barometerveränderungen auf Wetterveränderungen ſchließt, hat ihm endlich den gemeinen Namen des Wetterglaſes beygelegt.

Verſchiedene Einrichtungen des Barometers.

Da das Barometer in der Taf. III. Fig. 38. abgebildeten Geſtalt unbequem war, und viel Queckſilber erforderte, ſo verfiel man bald auf andere Einrichtungen, unter welchen auch die Taf. III. Fig. 39. vorgeſtellte war, die man neuerlich für die beſte mögliche befunden hat. Hier drückt die äußere Luft durch die Oefnung B auf die Fläche GH, und die Höhe der Queckſilberſäule, welche durch dieſen Druck erhalten wird, iſt von der Horizontalfläche LGH bis an I zu rechnen. Vermindert ſich dieſe Höhe um einen Zoll, ſo wird I um ½ Zoll bis K ſinken, H aber um ½ Zoll bis M ſteigen, ſo daß die ganze nun von MN bis K zu rechnende Höhe um 1 Zoll kleiner iſt. Das Sinken von I bis K beträgt alſo nur die Helfte der ganzen Veränderung. Dieſe ſcheinbare Verminderung war Grund genug, dieſe Einrichtung zu verwerfen, für ein Zeitalter, in welchem man glaubte, es komme alles darauf an, die Veränderungen des Barometers recht groß und merklich zu machen.

Man änderte alſo die erſte Einrichtung nur ſo ab, daß man das Behältniß mit dem Queckſilber GH, wie Taf. III. Fig 40., an die Röhre AB ankittete, oder, wie Taf. III. Fig. 41, die Röhre unten umbog, und ein etwas weiteres bey B ofnes Behältniß für das Queckſilber GH daran bließ. So konnte man das ganze Werkzeug an ein Bret befeſtigen, und auf dieſem einen Maaßſtab, eine Scale verzeichnen, an welcher ſich zeigt, um wie viel Zoll oder Linien der Punkt I von Zeit zu Zeit über der Fläche GH ſtehe. Der Maaßſtab darf nur in der Gegend von I in ſeine Zolle und Linien getheilt ſeyn, weil das

Barometer gewöhnlich nie ſehr tief fällt. Dieſe noch heut zu Tage ſehr gewöhnlichen Barometer werden Barometer mit Behältniſſen, Gefäßbarometer, Kapſelbarometer (*barometres à reservoir*) genannt. Sie ſind zu Beobachtungen der täglichen Veränderungen des Drucks der Luft, deren Raum ſich bey uns nie viel über 2 Zolle erſtreckt, ziemlich hinreichend. Aber es iſt leicht zu überſehen, daß eigentlich gar kein feſter Maaßſtab an ſolche Barometer angebracht werden darf, weil die Fläche GH, von welcher man zu meſſen anfängt, veränderlich iſt. Denn fällt das Queckſilber bey I herab, ſo ſteigt es dafür bey GH höher, und der Anfangspunkt des Maaßſtabes rückt höher, als man ihn bey Befeſtigung der Scale angenommen hat. Man kan dieſen Fehler dadurch vermindern, daß man das Behältniß weit genug macht. Iſt z. B. des Behältniſſes Durchmeſſer bey GH zehnmal größer, als der Röhre Durchmeſſer bey I, alſo des Behältniſſes kreisrunder Durchſchnitt hundertmal größer, als der Durchſchnitt der Röhre, ſo wird, wenn I um 2 Zoll fällt, GH nur um $\frac{2}{100}$ Zoll oder $\frac{2}{10}$ Lin. ſteigen, welches bey gemeinen Beobachtungen allenfalls als eine Kleinigkeit vernachläßiget werden kan. Die Vorſchriften zu Verfertigung ſolcher Barometer findet man in der Folge dieſes Artikels.

Man verfiel bald nach der Erfindung des Barometers auf den Gedanken, die Veränderungen in der Höhe der Queckſilberſäule, oder das Steigen und Fallen ſo merklich als möglich zu machen. Auf den erſten Blick ſcheint dieſes die Genauigkeit der Beobachtungen zu erleichtern, und ſie bis auf die kleinſten Veränderungen auszudehnen; allein die Geſtalt, welche die Oberfläche des Queckſilbers in gläſernen Gefäßen annimmt (ſ. Adhäſion), das Reiben des Queckſilbers am Glaſe, der Einfluß der Wärme und andere Umſtände bringen in die Barometerbeobachtungen unvermeidliche Unvollkommenheiten, welche durch dieſe Vergrößerungen des Steigens und Fallens in eben ſo ſtarkem und oft in noch ſtärkerm Verhältniſſe mit vergrößert werden, und die gehoften Vortheile ganz ver-

nichten; wozu noch dies kömmt, daß alle zu dergleichen Vergrößerungen gebrauchte Mittel über die vorigen noch neue Fehler veranlaſſen. Es wird alſo auf dieſem Wege weit mehr verlohren, als gewonnen.

Descartes ſcheint ihn zuerſt betreten zu haben. Paſcal (Traité de l'equilibre etc. S. 207.) führt ſchon ſeinen Vorſchlag an, die Barometerröhre, wie Taf. III. Fig. 42., bey e, wo ſich die obere Queckſilberfläche befindet, mit einem weiten Behältniſſe zu verſehen, über daſſelbe noch eine lange dünne oben verſchloßne Glasröhre zu ſetzen, und den Raum von e bis I mit Waſſer zu füllen. Wenn nun hiebey e in dem weiten Behältniſſe fällt, ſo muß eben ſo viel Waſſer von c aus nachgehen, als Queckſilber herabgefallen iſt, daher die Waſſerfläche I in der dünnen Röhre ſehr weit herabfallen muß. Die Rechnnng lehrt, daß der Raum der Barometerveränderungen hiedurch $\frac{14\,D^2}{D^2+13\,d^2}$ mal vergrößert wird, wenn D den Durchmeſſer bey e, d den bey I bedeutet, und das Queckſilber 14mal ſchwerer, als Waſſer, angenommen wird. Dies kan, wenn d gegen D unbeträchtlich iſt, höchſtens eine 14fache Vergrößerung bewirken. Huygens fand ſchon die Ausführung dieſes Barometers unmöglich, weil die aus dem Waſſer aufſteigende Luft den Raum A I nie luftleer bleiben ließ.

Huygens gab daher (Mém. anciens de l'acad. roy. des Sc. To. X. p. 542. ingl. Journal des Sav. 1672. p. 139.) ſein Taf. III. Fig. 43. vorgeſtelltes noch jetzt bekanntes Doppelbarometer an. In dieſem ſteigt und fällt das Queckſilber bey I in einem weiten Behältniſſe. Anſtatt aber Waſſer über I zu ſtellen, läßt Huygens vielmehr die untere Queckſilberfläche in einem eben ſo weiten Behältniſſe bey H ab- und aufſteigen, und gießt darüber in den Raum c, und die darüber ſtehende enge Glasröhre bis i gefärbten Weingeiſt oder Weinſteinöl. H ſteigt ſo weit, als I fällt, und treibt den Liquor c i durch ein geringes Steigen ſehr weit in die Höhe. Man findet die Ver-

größerung des Steigens und Fallens hiebey (wenn D und d die vorigen Bedeutungen behalten, und das Queckſilber m mal ſchwerer iſt, als der Liquor in c i) $\frac{m D^2}{D^2 + (2m-1) d^2}$ fach. Alſo, wenn das Queckſilber 14mal ſchwerer iſt, $\frac{14 D^2}{D^2 + 27 d^2}$ fach, und, wenn d gegen D unbeträchtlich iſt, wie vorhin, 14fach. Hiebey kan nun freylich die aus dem Liquor aufſteigende Luft nicht in den leeren Raum A I kommen; allein außer den ebenfalls 14fach vergrößerten gewöhnlichen Fehlern kommen noch die neuen hinzu, daß die durch B einwirkende äußere Luft nicht unmittelbar, ſondern erſt durch den Liquor i c auf die Queckſilberfläche H wirkt, daß der Liquor die Röhre feucht macht, daran eintrocknet, auch verdünſtet, und am Volumen abnimmt, folglich mit der Zeit nicht mehr die vorigen Grade zeigt, daß ſein Eintrocknen die Röhre verunreiniget und das Reiben verſtärkt, und daß die Wärme ſeine ſpecifiſche Schwere oder das in der Formel gebrauchte m ändert, alſo die Vergrößerungen nicht immer ebendieſelben ſind. Zu Verbeſſerung des letzten Fehlers hat man vorgeſchlagen, das Doppelbarometer mit einem Thermometer zu combiniren; aber die angegebnen Methoden ſind ganz unzureichend.

D. Hook (Philoſ. Trans. no. 185.) glaubte im Jahre 1686 dieſes Doppelbarometer dadurch zu verbeſſern, daß er über den Liquor c i noch einen zweyten leichtern Liquor von einer andern Farbe zu gießen vorſchlug, und auf B noch ein Behältniß, wie A und H, von eben demſelben Durchmeſſer aufſetzte, in welchem des zweyten Liquors Oberfläche auf- und abſtieg. Die Barometerveränderungen ſollten durch das Auf- und Abſteigen des Punkts i, wo ſich beyde Liquoren ſchieden, bemerkt werden. De la Hire und Amontons machen auf dieſe Erfindung auch Anſprüche. Hiedurch ſollte nun das Reiben der Liquoren am Glaſe immer gleich ſtark erhalten werden, weil beyde Liquoren zuſammen immer einerley Höhe über H behalten; auch glaubten die Erfinder, die Veränderungen hiedurch

ohne alle Grenze vergrößern zu können. Was aber das erſte betrift, ſo bleibt doch das Reiben immer da, und das letztere iſt ein Irrthum. Herr de Lüc hat ſich zwar verleiten laſſen, die vorgegebne unendliche Vergrößerung als möglich einzuräumen: aber die Rechnung zeigt bald, daß man ſie nie über das $\frac{m}{n-\nu}$ fache treiben könne (wenn m, n, ν ſpecifiſche Schweren des Queckſilbers, untern oder obern Liquors bedeuten). Sind die Liquoren nach de la Hire's Vorſchlage Weinſteinöl und Weingeiſt, alſo m, n, ν; 14; 1,073; 0,866, ſo kan man das Steigen und Fallen des ſimpeln Barometers ſelbſt bey unendlicher Verengerung der Röhre ci doch nicht über $\frac{14}{1{,}073-0{,}866}$, d. i. nicht ganz 70mal vergrößern. Ueberdies iſt der Druck der Liquoren auf H ungleich, je nachdem der leichtere oder der ſchwerere den größern Theil der Höhe ausfüllt, daher zeigen gleiche Veränderungen dieſes Inſtruments nicht gleiche Aenderungen des Drucks der Luft an. Durch den Uebergang der färbenden Theilchen verdunkelt ſich die Grenze beyder Liquoren; die Wärme hat einen höchſt verwickelten Einfluß, und es gilt auch hier der allgemeine Satz, daß die complicirteſten Werkzeuge die ſchlechteſten ſind.

Schon 1665 hatte D. Hook (Micrographia, Tab. XXXVII. Fig. 4.) ſein ſo genanntes Radbarometer (*Wheel-Barometer*, Barometrum cyclicum) beſchrieben, Taf. III. Fig. 44. Es krümmt ſich unten in einen 2ten Schenkel, in welchem auf der Queckſilberfläche G ein eiſernes Gewichtchen ſchwimmt, das an einem über die Rolle S geführten Faden durch das am andern Ende hängende Gegengewicht H faſt, jedoch nicht völlig, getragen wird. Beym Auf- und Abſteigen der Fläche G ſteigt und ſinkt das erſte Gewicht, dreht die Rolle S und den an ihrer Axe ſteckenden Zeiger, der auf einem getheilten Cirkel Grade des Steigens und Fallens angiebt. Hook hatte dadurch, daß er die obere Queckſilberfläche I in einer weiten Kugel ſteigen und fallen ließ, die Veränderungen noch merklicher

zu machen geſucht; wodurch aber eine unerträgliche Unrichtigkeit entſteht. Die Einrichtung iſt ſo, wie ſie die Figur vorſtellt, angenehm und vieler Verzierungen fähig, aber wegen des hinzukommenden Reibens an der Axe der Rolle zu genauen Beobachtungen ſchlechterdings untauglich; Hook ſelbſt verwirft ſie wieder (Phil. Trans. no. 185.).

Das Barometer mit der ſchiefgebogenen Röhre, Taf. III. Fig. 45. fällt, weil ſich der Druck flüßiger Materien nach ihrer ſenkrechten Höhe richtet, von i bis k, wenn das gewöhnliche nur von I bis K fällt. Der Einfall iſt ſinnreich; aber das Reiben wird durch den Druck des Queckſilbers auf die untere Seite der Röhre AC ſehr verſtärkt, und die Queckſilberflächen bey i oder k ſtehen nie wagrecht, daher es faſt unmöglich iſt, ihre ſenkrechten Höhen über G genau zu beſtimmen. Muſſchenbroek (Introd. ad Phil. nat. To. II. §. 2078.) ſchreibt die Erfindung dem Ritter Morland zu; Leupold (Theatr. aeroſtat. Cap. III.) ſagt, Ramazzini (Ephemerides barometricae, Mutini. pag. 4.) beſchreibe ſie als ſeine eigne.

Das rechtwinklichte Barometer (*barometre à l' équerre*) des Johann Bernoulli ward von ſeinem Erfinder gegen das Jahr 1710 der pariſer Akademie vorgelegt. Es iſt in Hermanns Phoronomie (Amſt. 1716. 4.) beſchrieben. Der ältere Caſſini hatte den Gedanken eher gehabt, aber nicht ausgeführt. Es iſt unten rechtwinklicht umgebogen, Taf. III. Fig. 46. und mit einer engern horizontalen Röhre b c verbunden, die bey B offen bleibt. Das Queckſilber ſteigt und fällt bey a, und reicht bis i, daß alſo die Fläche i im wagrechten engen Schenkel weit fortgetrieben wird, wenn es im weiten Gefäße bey a nur wenig fällt. Hier bleibt der Anfang der Scale bey d immer derſelbe. Aber das Reiben iſt wegen des Drucks auf die untere Seite von b c ſehr ſtark, und die Luft muß bey i auf die Säule a d erſt mittelbar durch i b wirken, ſo, daß das Queckſilber bey einem niedrigen Stande im gewöhnlichen Barometer 2 Lin. ſteigen kan, ohne daß es ſich in dieſem im geringſten bewegt. Auch wirkt die Wärme in

beyde Queckſilberſäulen a d und d i auf eine ziemlich verwickelte Art.

Amontons (Remarques et experiences phyſiques ſur les barom. etc. Paris 1695. 12.) hat das Taf. III. Fig. 47. vorgeſtellte kegelförmige oder coniſche Barometer angegeben und zum Gebrauch auf der See vorgeſchlagen. Es beſteht aus einer 3—4 Schuh langen bey a verſchloßnen, bey b ofnen coniſchen Glasröhre a b. Man füllt in dieſelbe etwa 29 Zoll hoch Queckſilber, und kehrt die Röhre um. Das Queckſilber, welches bey einer Höhe von 29 Zollen ſchwerer als die Luft iſt, fällt, kömmt aber dabey in Theile, wo die Röhre weiter iſt. Dadurch verkürzt ſich ſeine Säule, wird z. B. 28 Zoll ꝛc. bis ſie die Länge erreicht, die mit dem Drucke der Luft das Gleichgewicht hält. Dann bleibt ſie z. B. in c d ſtehen. Wird die Luft leichter, ſo fällt das Queckſilber weiter herab, und verkürzt ſich dadurch wieder bis zum Gleichgewicht; wird ſie ſchwerer, ſo treibt ſie das Queckſilber ſo weit herauf in die engern Theile, bis es ſich wieder bis zum Gleichgewicht verlängert hat. Der Raum a c iſt luftleer. In der Theorie läßt ſich nicht leicht etwas ſinnreicheres gedenken; allein die Schwierigkeit, eine genau coniſche Röhre zu erhalten, macht es immer nöthig, die ganze Länge der Säule c d zu meſſen, wodurch das Werkzeug wieder zu einem gewöhnlichen Barometer wird, bey dem noch überdies das Reiben wegen der Bewegung der ganzen Säule ſehr ſtark iſt, und wegen einer bald anzuführenden Eigenſchaft der Röhren von verſchiednen Durchmeſſern noch eine neue Ungewißheit entſteht.

Alle dieſe Vorſchläge, die Barometerveränderungen durch größere Räume auszudehnen, ſind zweckwidrig. Das einfache Barometer ſelbſt bleibt allezeit bis auf $\frac{1}{10}$ Lin. unzuverläßig, und da ſich dieſe Größe noch mit bloßen Augen oder doch durch Hülfe eines Vergrößerungsglaſes unterſcheiden läßt, ſo iſt es höchſt nachtheilig, durch eine unnöthige Vergrößerung derſelben das Inſtrument noch fehlerhafter zu machen.

Da die Höhe der gewöhnlichen Barometer unbequem fallen könnte, ſo hat Amontons (Acienne hiſt. de l' acad. des ſc. To. II. p 39.) im Jahre 1688 ein verkürztes Barometer angegeben. Taf. III. Fig. 48. iſt die erſte Röhre a b mit Queckſilber gefüllt, und mit einer zweyten b c verbunden, in der ſich Luft befindet. Dieſe hängt mit der dritten c d zuſammen, die wieder Queckſilber enthält u. ſ. f. So wird durch zwo Queckſilberſäulen und eine Luftſäule die Höhe auf die Helfte herabgeſetzt. Vier Queckſilberſäulen und drey Luftſäulen würden ſie auf den vierten Theil herabbringen u. ſ. f. Die Luftſäulen dienen nur, den von der erſten Queckſilberſäule entſtandenen Druck auf die zweyte und die folgenden fortzupflanzen, daher auf d die Summe aller Queckſilberſäulen von unten her drückt. An jeder obern Krümmung iſt eine kleine Röhre g zum Einfüllen des Queckſilbers, welche nachher wieder verſchloſſen wird. Die Veränderungen vertheilen ſich aber hier unter die Queckſilberflächen a, b, c, d, daß alſo das Barometer der Figur bey a nur $\frac{1}{3}$ Zoll ſteigt, wenn das gewöhnliche 1 Zoll ſteigt. Daher füllte Amontons über d noch einen Liquor, den er in der engen Röhre f e aufſteigen ließ, wie im Doppelbarometer, ſetzte auch in b c ſtatt der Luft einen Liquor. Neuerlich hat Paſſement, zu mehrerer Vergrößerung der Veränderungen, der Röhre b c mehr Länge zu geben, und ſie deswegen entweder im Zikzak hin und her zu biegen, oder weit hinauf zu führen, und wieder bis c herunter gehen zu laſſen, vorgeſchlagen. Er füllt ſie dann mit zween Liquoren von verſchiednen Farben, deren Grenzpunkt bey den geringſten Veränderungen der Queckſilberhöhe deſto ſtärker hin und her geht, je länger und enger die Röhre iſt. Es iſt aber wegen des ſtarken Reibens und der verwickelten Einwirkung der Wärme unmöglich, dieſem Inſtrumente die gehörige Regelmäßigkeit zu geben.

Auch gab Amontons (Mém. de l' acad. des ſcienc. 1705.) noch ein Meerbarometer an, welches ſchon im Jahre 1700 von Halley (Phil. Trans. no. 269.) als eine Erfindung des D. Hook beſchrieben iſt. Es iſt dieſes

nichts anders, als das unter dem Worte Thermometer zu beſchreibende Luftthermometer, welches zugleich als Barometer wirkt. Die Erfinder ſchlugen vor, ein gewöhnliches Thermometer daneben zu beobachten, und ſo zu ſehen, welcher Theil ſeiner Veränderungen von der Wärme herrühre. Das übrige müßte dann dem Drucke der Luft zugeſchrieben werden. Da der Liquor in dieſem Inſtrumente nicht ſchwankt, wenn es bewegt wird, ſo glaubten ſie, es werde auf der See nützlich ſeyn. Man kan ſich aber von dieſem Verfahren wenig Genauigkeit verſprechen. Neuerer Verbeſſerungen deſſelben von den Herren Magellan und Luz werde ich unten gedenken.

Weit beſſer iſt Paſſements neuerer Vorſchlag, das gewöhnliche einfache Barometer zum Gebrauch auf der See ſo einzurichten, daß der mittlere Theil ſeiner Röhre etwa zweymal in Geſtalt einer Spirallinie umgewunden werde. Die äußere Windung kan 2 Zoll im Durchmeſſer halten. Durch dieſe Windungen wird die Wirkung des Schüttelns aufgehoben, weil ſie in denſelben viele verſchiedene Richtungen nehmen muß. Da aber auch das Reiben hiedurch ſehr verſtärkt wird, ſo iſt ein ſolches Inſtrument zu genauern Beobachtungen untauglich; aber die Seefahrenden haben auch einen ſo hohen Grad der Genauigkeit nicht nöthig.

Zu gewöhnlicher Beobachtung der täglichen Barometerveränderungen behält das einfache Barometer mit dem Behältniß (Taf. III. Fig. 40 und 41.) entſchiedene Vorzüge vor allen gekünſtelten Einrichtungen, zumal, wenn der Durchmeſſer des Behältniſſes weit genug iſt, um das Auf- und Abſteigen der Fläche GH unmerklich zu machen. Ein in Holland lebender Künſtler, Prinz, erdachte ein Mittel, die Horizontalfläche GH in der torricelliſchen Röhre (Taf. III. Fig. 38.) immer gleich hoch zu erhalten. Er ſetzte über GH einen Deckel mit einer Oefnung in der Mitte, durch welche die Röhre durchgieng, ohne ihren Rand zu berühren. Das Gefäß war mit Queckſilber gefüllt, welches ſelbſt bey der größten Barometerhöhe noch bis über die Oefnung des Deckels hervortrat, und ſich

in Geſtalt eines Ringes um die Röhre legte. Fiel nun das Barometer, ſo ſtieg zwar mehr Queckſilber über die Oefnung des Deckels hervor, trat aber daſelbſt nicht höher, ſondern machte nur, daß der um die Glasröhre gehende Queckſilberring ſich ausbreitete und nach und nach den ganzen Deckel bedeckte. So ſinnreich dieſes Mittel ausgedacht iſt, ſo iſt es doch wegen der Schwierigkeiten der Ausführung lange Zeit nicht in Gebrauch gekommen, bis de Lüc es wieder in Erinnerung gebracht, und dadurch einige Neuere veranlaßt hat, es bey ihren Erfindungen zu nützen. Herr Luz (Beſchreibung von Barometern, §. 131—134.) hat eine Verbeſſerung deſſelben vorgeſchlagen, die er auch zum Reiſebarometer einzurichten lehret.

Zu genauern Beobachtungen aber, beſonders zum Gebrauch bey Höhenmeſſungen, wobey das Queckſilber oft ſehr tief fällt, und alſo GH ſehr hoch ſteigen würde, wo auch die Verſchiedenheit der Durchmeſſer der Röhre und des Behältniſſes aus andern Urſachen die Richtigkeit des Queckſilberſtandes ſtören kan, ſind die Barometer mit Behältniſſen nicht mehr ſicher zu gebrauchen. Herr de Lüc, deſſen Verdienſte um die Verbeſſerung der meteorologiſchen Werkzeuge ſo ausgezeichnet ſind, iſt daher (Recherches ſur les modifications de l'atmoſphère, Genev. 1772. To. II. 4.) wieder auf die längſt bekannte Einrichtung des Barometers, Taf. III. Fig 39., zurückgegangen. Erxleben (Anfangsgr. der Naturl. §. 259.) ſagt, er ſey ſchon vor de Lüc auf dieſen Gedanken gerathen; wie denn auch eine ähnliche Einrichtung ſchon beym Hook (Micrographia, 1665. Tab. I. Fig. 1.) und aus demſelben beym Leupold (Theatr. aeroſtat. Tab. VII. Fig. 5.) vorkömmt, aus welcher Hook nachher das Radbarometer gemacht hat.

Von der Aehnlichkeit mit dem Heber wird dieſes Barometer das heberförmige oder Heberbarometer (*barometre à ſiphon*) genannt. Sein gröſter Vorzug beſteht darinn, daß beyde Queckſilberflächen in Röhren von gleichen Durchmeſſern ſteigen und fallen. De Lüc (Recherches §. 384.) fand durch viele Verſuche, daß das Queck-

ſilber jederzeit höher ſtand, wenn ſich die Oberfläche ſeiner Säule in einem weitern Theile der Röhre befand, niedriger aber, wenn ſich die Säule in einem engern Theile endigte. Daher ſtand es in ſeinen Barometern mit Behältniſſen allezeit niedriger, als in denen, die keine Behältniſſe oder Kugeln hatten. Dieſer Unterſchied ſtieg oft auf 2 Linien, und verſchwand, wenn man die untere Queckſilberfläche durch Wegnehmen oder Zugießen von Queckſilber aus dem Behältniſſe heraus in Theile der Röhre brachte, die mit dem obern Schenkel einen gleichen Durchmeſſer hatten. Dieſe Verſchiedenheit iſt unſtreitig eine Wirkung des Anhängens, und richtet ſich nicht nach der Größe des Durchmeſſers allein, ſondern auch nach der Geſtalt der Behältniſſe. Caſſini (Mém. de l'acad. des ſc. 1733.) führt ſchon an, daß Plantade auf den Bergen in Rouſſillon und Languedoc das Queckſilber in allen engen Röhren niedriger, als in weiten, gefunden habe, welches auch die eignen Beobachtungen des Caſſini und le Monnier beſtätigten. Sie glaubten aber dieſen Unterſchied nur dann zu bemerken, wenn das Queckſilber nicht in den Röhren gekocht worden war, und ſchrieben ihn daher ganz der aus dem Queckſilber in den obern Raum aufgeſtiegnen Luft zu. De Lüc, der ihn auch in gekochten Barometern fand, ſieht es aus dieſem Grunde für unumgänglich nothwendig an, den beyden Queckſilberflächen des Barometers gleiche Durchmeſſer zu geben, welches in keinem andern, als im Heberbarometer erhalten werden kan.

Es erfordern aber dieſe Heberbarometer an jedem Schenkel eine eigne Scale. Man kan ſie, wie Taf. III. Fig. 49. einrichten, wo die ganze Röhre etwa 29 pariſer Zoll lang iſt, und von der an den ſiebenten Zoll von unten geſtellten Null, 22 Zoll aufwärts am längern, und 7 Zoll niederwärts am kürzern Schenkel gezählt werden. Die Zolle müſſen in Linien, und dieſe nach Herrn de Lüc mit rothen Strichen in Viertel getheilt ſeyn. Das Augenmaaß theilt leicht noch einmal in Viertel, und unterſcheidet alſo Sechszehntheile der Pariſer Linie. Die Genauigkeit weiter zu treiben, verſtattet ohnehin das Reiben und An-

hängen des Queckſilbers nicht. Die Angaben beyder Scalen werden addirt. Steht z. B., wie in der Figur, auf einem Berge, I bey 18, G bey 4 Zoll, ſo iſt die ganze Höhe von I über G, alſo die eigentliche Barometerhöhe, 22 Zoll.

Der Ritter Landriani ſetzt nach Magellan (Beſchreibung neuer Barometer, nebſt einer Anweiſung zum Gebr. derſ. Leipzig 1782. 8.) ſtatt der Scale am kürzern Schenkel, eine Büchſe mit einem elfenbeinernen Hahne an, und will, man ſolle bey der Beobachtung den Hahn verſchließen, und das über denſelben aufgeſtiegene Queckſilber aus der Büchſe durch einen Trichter in eine enge an den Trichter geſchmolzene horizontale Glasröhre gießen, ſo werde man durch eine an derſelben angebrachte Scale die Menge des ausgelaufenen Queckſilbers ſehr genau abmeſſen, und dadurch den Stand des Barometers bis auf $\frac{1}{50}$ Linie beſtimmen können. Das ausgelaufene Queckſilber muß nachher wieder ins Barometer gegoſſen werden. Magellan nennt dies ein ſtereometriſches Barometer. Allein der Zeitverluſt bey jeder Beobachtung, die Gefahr, beym Aus- und Eingießen Queckſilber zu verlieren oder mit Luft und Schmuz zu vermiſchen, auch durch den Hahn einmal mehr, das anderemal weniger abzuſchneiden, macht dieſe Einrichtung unbrauchbar, und die geſuchte Genauigkeit iſt ohnedem höher getrieben, als es die Natur der Barometer überhaupt verſtattet.

Magellan ſelbſt (a. a. O.) ſchlägt vor, das Heberbarometer um einen Punkt am längern Schenkel, wie etwa der Punkt Null in der Figur, beweglich zu machen, und bey jeder Beobachtung in eine ſchiefe Lage zu bringen, bis das Queckſilber im kürzern Schenkel die auf dem Bret verzeichnete Horizontalfläche oo erreiche. Der Bogen, der alsdann vom obern Ende der Röhre A, oder von irgend einem andern Punkte des längern Schenkels beſchrieben worden iſt, ſoll nun, durch eine Scale abgemeſſen, den Stand des Barometers angeben. Ich kan nicht abſehen, was dieſe Künſteley helfen ſolle, welche offenbar nur die Fehler vermehrt, und den Einfluß der Wärme unregelmäßiger macht. Soll ſie blos die Beobachtung an zwo

Scalen erſparen, ſo iſt dieſe Bequemlichkeit ſehr theuer erkauft.

Changeux (Deſcription de nouveaux barometres à appendice, Journal de phyſique, Mai 1783.) will (Taf. III. Fig. 50.) das Barometer mit dem Behältniß noch mit einer Röhre c (appendice) verſehen, welche von c gegen d etwa um eine Linie in die Höhe läuft, bey d aber aufwärts gebogen und offen iſt. So, meint er, werde das Queckſilber nie über c ſteigen, alſo im Behältniſſe die Horizontalebne c bey allen Veränderungen des Steigens und Fallens von I immer dieſelbe bleiben. Dieſe Abſicht aber wird nicht erreicht, weil der Anhang bey c ſchief ſtehen muß, damit das hineingetretene Queckſilber nachher wieder zurücklaufe. Wenn alſo der Anhang ganz voll wird, ſteht die Horizontalebne im Behältniß doch 1 Linie höher, als wenn er leer iſt. Außerdem wird auch das Anhängen in c ſehr ſtark.

Man ſieht aus dem bisherigen, wie ſehr man am Barometer gekünſtelt, und wie oft man ſich von derjenigen Simplicität entfernt habe, welche ohne Ausnahme das Kennzeichen guter Werkzeuge iſt. Ich enthalte mich aller fernern Bemerkungen hierüber, und gehe zu den Vorſchriften zu Verfertigung der Barometer fort, bey welchen ich blos auf Barometer mit Behältniſſen und Heberbarometer Rückſicht nehmen werde.

Verfertigung der Barometer.

Die Glasröhren zum Barometer werden am bequemſten von $1\frac{1}{4}$ — 2 Lin. Weite im Lichten, und $\frac{1}{3}$ Lin. Glasdicke gewählt. Sie müſſen, ſo viel möglich, eine durchgehends gleiche Weite haben; beym Heberbarometer müſſen wenigſtens die Theile beyder Schenkel, in welchen die Queckſilberflächen ſteigen u. fallen, vollkommen u. durchgehends gleich weit ſeyn. Man nennt die Unterſuchung der gleichen Weite der Röhren das Calibriren. Sie hat bey den weitern Barometerröhren mehr Schwierigkeit, als bey den engern zum Thermometer dienenden. De Lüc ſteckt in dieſer Abſicht einen Kork in die Röhre, gießt

Queckſilber darauf, zieht den Kork mit einem Faden immer weiter fort, und ſieht, ob das nachlaufende Queckſilber überall einen gleich langen Raum einnimmt. Luz verſtopft das Ende der Röhre, füllt aus einem kleinen Maaße Queckſilber darüber, und ſieht, ob das zweyte, dritte ꝛc. darüber gefüllte Maaß in der Röhre einen eben ſo langen Raum einnimmt, als das erſte.

Die Röhren werden vorher wohl getrocknet, und mit einem durchgezognen trocknen Schwamm gereiniget; dann ſchmelzt man das eine Ende an der Flamme ſo zu, daß man keine feine Spitze, ſondern eine kleine und gleichförmige Wölbung erhält. Man giebt ihr zugleich die am untern Theile nöthige Krümmung; deren jedoch das Barometer Taf. III. Fig. 40. nicht bedarf. Hierauf muß ſie ſogleich, und zwar nothwendig über dem Feuer, oder mit **Kochen** des Queckſilbers, gefüllt werden.

Das Queckſilber muß vorher wohl gereiniget ſeyn. Luz empfiehlt hiezu Prieſtley's Methode, daſſelbe in einer gläſernen Flaſche ſo lange zu ſchütteln, bis ſich keine ſchwarze bleyiſche Materie mehr davon abſondert. Sobald es ganz rein iſt, fängt es beym Schütteln an zu raſſeln. Das gereinigte Queckſilber läßt man durch einen papiernen oder gläſernen Trichter in die Röhren laufen, bis etwa noch 3 Zoll der Röhre leer ſind. In gekrümmten Röhren wird es bey flach gelegter Röhre in den kürzern Schenkel eingefüllt, bis es die Krümmung, ſo viel möglich, anfüllt; dann hält man die Oefnung zu, kehrt die Röhre um, und bringt das, was durch die Krümmung in den längern Schenkel gekommen iſt, durch Schütteln vollends hinab bis an das zugeſchmolzene Ende. Da dies mühſam iſt, ſo krümmen manche die Röhre erſt, wenn ſie ſchon gefüllt iſt, wobey aber die Röhren leicht zerſpringen, ſobald der eben glühende Theil vom Queckſilber berührt wird.

Das **Kochen** des Queckſilbers in der Barometerröhre, welches zur Güte der Barometer ſo weſentlich nothwendig iſt, ward dem Herrn du Fay (Mém. de l'acad. roy. des Sc. 1723.) von einem deutſchen Glasarbeiter als

ein Mittel vorgeſchlagen, die Barometer im Dunkeln leuchtend zu machen. Die Methode war aber ſehr unvollkommen, weil ſehr viel Queckſilber auf einmal gekocht ward. Caſſini und le Monnier entdeckten nachher (Mém. de l'acad. des Sc. 1740.), daß das Queckſilber in allen ſolchen durchs Kochen gefüllten Röhren gleich hoch ſtehe, und gleich viel ſteige und falle, da Barometer, die nicht gekocht ſind, ſehr beträchtlich von einander abweichen. Dennoch hatte man noch nicht richtige Begriffe von den eigentlichen Vortheilen des Kochens; Beighton (Phil. Trans. no. 448.) gab es noch 1738 als ein Mittel an, den Einfluß der Wärme aufs Barometer ganz zu verhindern, wofür es auch du Fay gehalten hatte. De Lüc hält mit Recht das Kochen für das einzige Mittel, die Luft auf eine ſtets gleiche Menge zu bringen, die ſich aus dem Queckſilber losmacht, und in den leeren Raum über der Queckſilberſäule aufſteigt, wo ſie nicht allein durch ihre Elaſticität die Queckſilberfläche bey ungekochten Barometern, in einem mehr als im andern, niederdrückt, ſondern auch durch ihre Empfindlichkeit gegen die Wärme höchſt unregelmäßige Einflüſſe dieſer Wärme auf den Gang des Barometers veranlaſſet. Zurückbleibende Feuchtigkeit ſchadet nach Herrn Luz Verſuchen noch mehr. Ein Waſſertröpfchen in den obern Raum gebracht, trieb das Queckſilber augenblicklich um 11 Linien herab. Amontons hatte ein Barometer, welches ſtets 18 Linien zu tief ſtand. Aus dieſen Urſachen iſt es ſchlechterdings nothwendig, die Barometer durch Kochen zu füllen: nur dadurch kan man den Stand derſelben übereinſtimmend, und den Einfluß der Wärme auf denſelben regelmäßig machen.

Man macht den Anfang des Kochens am zugeſchmolzenen Ende der Röhre, wovon man ein Stück von etwa 6 Zollen an einem gelinden Kohlenfeuer nach und nach erwärmt. Bey zunehmender Hitze bedeckt ſich die äußere Fläche des Queckſilbers mit einer unglaublichen Menge Luftblaſen, wovon ſie ganz aſchgrau ſcheint; dieſe ſammlen ſich endlich in größere, welche im Queckſilber hinauflaufen. Noch kocht es aber nicht. Man hält nun die Röhre unter

einer Schiefe von etwa 40°, ſo, daß der zu kochende Theil in dem Kohlenſeuer ſteht. Wenn das Kochen angeht, ſo trennt ſich das Queckſilber, und wenn man den Ort, wo dies geſchieht, einige Augenblicke in der ſtarken Hitze läßt, ſo ſtößt die erhitzte Luft die ganze wohl 23 Zoll hohe Queckſilberſäule mit Gewalt mehrere Zolle empor, die dann beym Zurückfallen gemeiniglich das Glas zerſprengt. Man darf ſie alſo nie über ½ Zoll ſteigen laſſen. Aber um dieſes Aufſteigen zu hindern, darf man nicht etwa die Röhre vom Feuer entfernen; man muß ſie vielmehr weiter durchs Feuer fortſchieben, damit der untere Theil der aufſteigenden Säule in die ſtärkſte Hitze komme, und nach und nach in kleinen Kügelchen, nicht aber mit einem Schlage, zurückfalle. So, wie dieſe Kügelchen herabfallen, ſchiebt man die Röhre nach, daß immer der unterſte Theil der erhobnen Säule in der ſtärkſten Hitze bleibt, ſo kan man auf dieſe Art einen großen Theil der Röhre ohne Gefahr auskochen, und dann zu den übrigen Theilen fortgehen. Am zugeſchmolzenen Ende ſelbſt iſt die größte Vorſicht nöthig. Das Aufſteigen der Blaſen durch einen Eiſendrath zu befördern, iſt nicht rathſam, weil ein ſolcher Drath die Röhre ritzt. Daß man übrigens nicht anders, als durch Erfahrung und Uebung, Geſchicklichkeit hierinn erlangen könne, iſt an ſich klar.

Durch das Kochen kömmt das Queckſilber in ſo genaue Berührung mit dem Glaſe, daß beym Umkehren der Röhre die ganze Säule darinn hängen bleibt, und erſt nach einigem Schütteln aus der Spitze bis zur gewöhnlichen Barometerhöhe herabfällt. Man nimmt dieſes Anhängen oft auch beym Füllen ungekochter Barometer wahr. Wolf (Nützl. Verſ. II. Th. C. 3. §. 36.) erzählt die hiehergehörigen Beobachtungen des Huygens, Brounker, Boyle und Wallis. Der erſte ſahe das Queckſilber in einer umgekehrten Röhre 75 rheinländiſche Zoll hoch ſtehen oder vielmehr hängen bleiben. Dieſes Phänomen veranlaßte mancherley Hypotheſen über gröbere und feinere Luft, Druck der ſubtilen Materie oder des Aethers u. dgl. Es iſt nichts anders, als eine Wirkung des

Anhängens bey genauer Berührung, welche nachher nicht wieder hervorgebracht werden kan, weil ſich ſelbſt in gekochten Barometern in dem leeren Raume etwas Luft ſammlet, welche für die Folge die genaue Berührung des Queckſilbers und Glaſes an der Spitze verhindert.

Das ausgekochte Barometer wird nun auf ein Bret von Tannenholz ſo befeſtiget, daß die Röhre mit einem Drittel ihrer Dicke in einer mit dem Kehlhobel ausgeſtoſſenen Rinne liegt, und die Ränder der Rinne genau an das Glas anſchließen, daher die Rinne ſchmäler ſeyn muß, als die Röhre. Bey Heberbarometern muß für den kürzern Schenkel eine ähnliche Rinne da ſeyn. Luz ſchneidet das Holz des Brets da, wo die Krümmung hinkömmt, ganz aus. Das Bret wird mit Papier überkleidet, und die Scale darauf gezeichnet.

Die gemeinen Barometer, welche die Italiäner bey uns zum Verkauf herumtragen, haben ſtatt der Scale einen willkührlich aufgeſetzten gedruckten Zettel mit Graden und den Worten: Schön Wetter, Veränderlich, Regen, Sturm u. dgl. Von ſolchen unnützen Werkzeugen ſtimmt kein einziges mit dem andern überein, und ſie dienen höchſtens dazu, die gröbſten Veränderungen zum Zeitvertreib zu bemerken, und andern wieder zu erzählen, daß das Wetterglas auf Sturm gefallen ſey.

Die Scale des Barometers ſoll angeben, wie hoch die obere Queckſilberfläche über der untern ſtehe. Gewöhnlich richtet man ſie auf pariſer Zoll ein, deren jeder in 12 Linien getheilt wird. Man kan aber jedes bekannte Maaß gebrauchen, wenn man nur dazu ſagt, welches man gebraucht habe. Die de Lücſche Einrichtung der Scale für ſein Barometer iſt ſchon im vorigen beſchrieben und Taf. III. Fig. 49. abgebildet worden. Man könnte auch am kürzern Schenkel die Null unten ſetzen und von unten herauf zählen. Dann würde am längern Schenkel fortgezählt, daß z. B. in der Figur ſtatt 0; 7, ſtatt 5; 12, ſtatt 22; 29 zu ſtehen käme. Bey der Beobachtung würden dann die Angaben beyder Schenkel von einander abgezogen. So würde in der Figur der längere 25 Zoll,

der kürzere 3 Zoll zeigen, die Barometerhöhe ſelbſt aber 22 Zoll ſeyn.

Um die doppelte Scale zu erſparen, die doch immer zwo Beobachtungen ſtatt einer nothwendig macht, hat Herr **Luz** (Beſchreibung von Barom. §. 113) vorgeſchlagen, das Heberbarometer ſo am Brete anzubringen, daß ſich ſeine Schenkel in den Rinnen auf- und abſchieben laſſen. Er zieht nun auf dem Brete eine Horizontallinie, macht bey dieſer den Anfang einer einzigen Scale, und ſtellt bey jeder Beobachtung durch eine um einen Wirbel gewundene Darmſaite das Barometer ſelbſt ſo, daß die Queckſilberfläche im kürzern Schenkel auf die Horizontallinie am Anfange der Scale fällt, auf welcher nun die Queckſilberfläche im längern Schenkel die Höhe der Säule richtig anzeigt.

Für die Barometer mit Behältniſſen, deren Stand wegen der ungleichen Durchmeſſer der beyden Queckſilberflächen gewöhnlich niedriger iſt, als der Stand der Heberbarometer, räth Herr **Luz** (a. a. O. §. 115 u. f.) an, die Scale derſelben bey einem mittlern Barometerſtande ſo anzuſetzen, daß die Angabe des Barometers mit der zugleich beobachteten Angabe eines guten Heberbarometers übereinkomme; oder noch lieber die Scale oder auch das Barometer ſelbſt beweglich zu machen, und es ſowohl im Anfange, als auch hernach von Zeit zu Zeit nach einem guten Heberbarometer zu berichtigen. Dies heißt wohl im Grunde ſo viel als: es ſey beſſer, mit dem Heberbarometer ſelbſt zu beobachten. Herr **Luz** aber glaubt doch, da man die Barometerbeobachtungen oft andern Leuten überlaſſen müſſe, die das Heberbarometer nicht zu behandeln wüßten, und da die öftere Reinigung des kürzern Schenkels, in welchem das Queckſilber der Luft und dem Staube ausgeſetzt iſt, beſchwerlich ſey, ſo habe ein genau berichtigtes Behältnißbarometer zu fortgeſetzten Beobachtungen noch Vorzüge vor dem Heberbarometer. Die Vorſchriften zur Berichtigung müſſen bey ihm ſelbſt nachgeleſen werden.

Da man die Linie auf der Scale noch in vier Theile theilen und durchs Augenmaaß Sechszehntheile unter-

ſcheiden kan, ſo ſind hiedurch ſchon die Grenzen der Genauigkeit erreicht, die das Barometer ſeiner Natur nach zuläßt. Daher ſcheinen mir Mikrometer, Vernier oder Nonius, Transverſallinien, dergleichen **Luz** und **Roſenthal** vorſchlagen, um den Stand des Barometers bis auf noch feinere Theile zu bemerken, entbehrlich; auch wird man die Erklärung derſelben hier nicht erwarten.

Was die Behältniſſe betrift, ſo iſt zu dem Taf. III. Fig. 40. vorgeſtellten Barometer durch **Leutmann** (Inſtrumenta meteorognoſiae inſervientia, Viteb. 1725. 8.) eine Büchſe von Holz vorgeſchlagen worden, welche noch jetzt häufig gebraucht wird. Sie iſt ein wenig verändert Taf. III. Fig. 51. aus **Luz** (Beſchr. v. Bar. Taf. II. F. 1.) vorgeſtellt. adeda iſt ein hölzernes Gefäß mit einer Oefnung bey e, auf welches der Deckel Bffb paſſet. Der Deckel hat ein $\frac{3}{4}$ Zoll weites Loch cc, mit Kork ausgefüttert. Die Barometerröhre geht geräumig durch das in den Kork gebohrte Loch. Nach dem Füllen, noch ehe die Röhre umgekehrt wird, leimt man um ihren obern Theil ein Streifchen Blaſe, und dann den Deckel BffB in umgekehrter Stellung darauf, ſo daß das Gefäß adeda, wenn es darüber geſetzt wird, bey e etwa 1$\frac{1}{2}$ Lin. von dem Ende der Röhre abſteht. Man leimt das Gefäß an den Deckel an, füllt durch die jetzt obenſtehende Oefnung e alles voll Queckſilber, und verſchließt dieſe Oefnung durch ein genau paſſendes eingeleimtes Zäpfgen. Nunmehr kan man, da alles verſchloſſen iſt, die Röhre mit der Büchſe ohne Gefahr umkehren, und an das Bret befeſtigen. Jetzt iſt ſie aber ganz voll Queckſilber; man zieht daher aus einem ſchon vorher bey h eingebohrten Loche das Zäpfgen, womit es verſchloſſen iſt, heraus, ſo läuft das überflüßige heraus, und das Queckſilber ſetzt ſich in der Büchſe und der Röhre auf die gehörigen Höhen. Einige laſſen die Büchſe verſchloſſen, weil die äußere Luft durch das Holz wirket; aber es iſt rathſamer, durch den Deckel eine Oefnung zu bohren, die aber, wie natürlich, beym Füllen verſchloſſen werden muß. Beſorgt man, das Queckſilber

möchte mit der Zeit ins Holz eindringen, ſo darf man die Büchſe nur von innen lackiren.

Herr Luz beſchreibt a. a. O. noch andere Einrichtungen dieſer Büchſe. Nollet machte ſie von Glas, damit man die untere Queckſilberfläche ſehen konnte. Luz ſelbſt macht die Vertiefung ded ſehr flach und kaum merklich, läßt die Röhre bey e durch den Boden durchgehen, das aus ihr herausgehende Queckſilber aber durch einen an der Seite befindlichen Canal wieder herauf auf den Boden d d kommen, wo es ſich nach der flachen Vertiefung hinzieht und um die Röhre einen Ring bildet, der ſich bey mehrerm oder wenigerm Queckſilber nur verbreitet oder verengert, ohne ſeine Höhe zu ändern. Er giebt dies als eine Verbeſſerung der Prinziſchen Einrichtung an.

Die Behältniſſe zu den Taf. III. Fig. 41. abgebildeten Barometern werden gewöhnlich noch vor dem Füllen an die erſt gekrümmten Röhren angeblaſen. Sie müſſen, wie die vorher beſchriebenen Büchſen, einen 10—12mal größern Durchmeſſer, als die Röhre, haben. Weil viel Queckſilber erfordert wird, um die angeblaſenen Glasbehältniſſe bis an ihren größten Kreis auszufüllen, ſo thut Luz (§. 138. 139.) zur Erſparung den Vorſchlag, ſtatt des Behältniſſes ein cylindriſches gläſernes Gefäß ohne Boden in eine hölzerne Kapſel zu faſſen, die gekrümmte Röhre bis durch den Boden der Kapſel fortzuführen, und das Queckſilber nur ſo weit gehen zu laſſen, daß es beym höchſten Barometerſtande gerade den hölzernen Boden der Kapſel bedeckt; er zeigt auch, wie ſich dabey auf eine ſehr einfache Art die Prinziſche Einrichtung anbringen laſſe, um immer einerley Horizontalebne zu behalten. Uebrigens iſt nicht zu vergeſſen, daß dergleichen Behältnißbarometer bey Anſetzung der Scale allezeit nach dem Heberbarometer zu richten ſind.

Einfluß der Wärme aufs Barometer.

Die Wärme dehnt das Queckſilber aus, macht es ſpecifiſch leichter, und verurſacht daher, daß die mit dem Drucke des Luftkreiſes gleichwiegende Säule bey wärmerm

Queckſilber höher, als bey kälterm, ſeyn muß, d. h. bey größerer Wärme ſteht das Barometer höher, wenn gleich der Druck der Luft ebenderſelbe bleibt. Amontons (Mém. de Paris 1740.) gab hierüber zuerſt die Regel an, daß ſich von der größten Kälte bis zur größten Hitze in Paris das Volumen des Queckſilbers um $\frac{1}{115}$ ändere. De la Hire, du Fay, Beighton aber läugneten den Einfluß der Wärme auf die einfachen Barometer, wenigſtens auf die gekochten, gänzlich. De Lüc (Recherches §. 355. u. f.) hat endlich zu genauern Unterſuchungen hierüber die Bahn gebrochen. Er zeigt, daß man von der Ausdehnung des Queckſilbers im Thermometer keinen Schluß auf ſeine Ausdehnung im Barometer machen könne; auch daß nur in gekochten Barometern regelmäßiger Einfluß der Wärme ſtatt finde, und ſchließt endlich aus Verſuchen mit Barometern und Thermometern in einem kalten, nachher geheizten, Zimmer, daß die Veränderung der Temperatur vom Eis- bis Siedpunkt den Barometerſtand von 27 par. Zoll um 6 Linien ändere (§. 364.). Er theilt deswegen auf ſeinem Thermometer den Raum zwiſchen Eis- und Siedpunkt in 96 Grade; ſo kömmt jedem Grade Aenderung der Wärme, $\frac{1}{16}$ Lin. Aenderung des Barometerſtands zu. Die Null dieſer Thermometerſcale zum zehnten Grade nach Reaumur geſetzt, kömmt an den Eispunkt —12, an den Siedpunkt + 84 zu ſtehen. De Lüc beobachtet nun dieſes Thermometer zugleich mit dem Barometer, und giebt für die Berichtigung jedes Barometerſtands eine Regel (§. 374.), die ſich am kürzeſten in einem allgemeinen Ausdrucke abfaſſen läßt. Wenn der unverbeſſerte Barometerſtand = B Linien iſt, und de Lücs Thermometer $\pm$ k Grade zeigt, ſo iſt der berichtigte Barometerſtand $B\,(1 \mp \frac{k}{5184})$ Lin. Stünde z. B. das Barometer auf einem Berge bey $13\frac{1}{2}$ Zoll oder 162 Linien, und das Thermometer zeigte —16, ſo würde der berichtigte Barometerſtand $162.(1 + \frac{16}{5184}) = 162$ Lin. ſeyn. So viel würde nemlich das Barometer zeigen, wenn die Temperatur 10 Grad nach Reaumur wäre; die Kälte auf

dem Berge hat die Queckſilberſäule um ½ Linie verkürzt. Herr **Käſtner** (Abhdl. von Höhenmeſſungen durch das Barometer in ſ. Anm. über die Markſcheidekunſt, Gött. 1775. 8. §. 295 — 301.) zeigt, daß das Verfahren nach dieſer Regel nicht in aller Schärfe richtig, doch in der Ausübung brauchbar ſey.

Der Ritter **Shukburgh** (Philoſ. Transact. Vol. LXVII. no. 29.) giebt die Aenderung einer 30 engliſche Zoll langen Queckſilberſäule für jeden Grad des Fahrenheitiſchen Thermometers = 0,00323 Zoll an, welches nach gehöriger Reduction der Maaße und Scalen nicht weit von de Lüts Angabe abweicht.

Roy (Philoſ. Trans. Vol. LXVII. no. 34.) findet durch Verſuche, die ſehr genau ſcheinen, die Ausdehnung eben dieſer Säule vom Eis- bis zum Siedpunkte 0,5117 engl. Zoll, das iſt, für eine Säule von 27 par. Zoll nur 5,5262 par. Lin.

Roſenthal (Beyträge zur Verfertigung, Kenntniß und Gebrauch meteorolog. Werkzeuge, Gotha. B. I. 1782. B. II. 1784. 8.) giebt aus eignen Verſuchen 5,56, und **Luz** (Beſchreib. v. Bar. §. 77.) 5,64 par. Lin. Der letztere nimmt endlich 5,5 Lin. an, welches aber kein Mittel, ſondern nach allen Verſuchen zu wenig iſt.

Als das bequemſte Mittel, die Barometerbeobachtungen nach dieſen Verſuchen zu berichtigen, ſchlagen faſt alle praktiſche Kenner des Barometers vor, ſich beſonderer Thermometerſcalen zu bedienen, wovon die ſchon angeführte Methode des **de Lüc** ein Beyſpiel giebt. Allein es erfordert nicht allein jedes andere Ausdehnungsverhältniß, und jede andere Temperatur, auf welche man die Barometerhöhen reduciren will, eine andere Eintheilung der Scale, ſondern jede Scale gilt auch nur für eine einzige Barometerhöhe, und muß für andere verhältnißmäßig vergrößert oder verkleinert werden, welches die Menge der Scalen faſt ins unzählbare vervielfältiget. Aus der unnöthigen Menge der Thermometerſcalen iſt ohnehin ſchon ſo viel ſchädliche Sprachverwirrung entſtanden, daß man billig aufhören ſollte, ſie noch mehr zu häufen. Ueberdies

giebt Rechnung allezeit größere Sicherheit, als Zeichnung, und die hier erforderliche iſt nicht ſo ſchwer, daß man nicht von Jedem, der phyſikaliſche Beobachtungen anſtellt, die dazu nöthige Fertigkeit verlangen könnte.

Dieſe Rechnung iſt in folgender Formel enthalten. Eine Queckſilberſäule im Barometer, welche beym Eispunkte die Länge m hat, dehne ſich bis zum Siedpunkte um die Länge n aus.

Das Thermometer, das man braucht, habe zwiſchen Eis und Siedpunkt f Grad, und zeige bey der Beobachtung h Grad über dem Eispunkte. Die Temperatur, auf welche man alle Beobachtungen reduciren will, ſey g Grad über dem Eispunkte.

Die beobachtete Barometerhöhe ſey B.
So iſt die berichtigte oder $b = \frac{fm+gn}{fm+hn} B = B. \left(1 + \frac{(g-h)n}{fm+hn}\right)$ wofür man ohne merklichen Fehler in der Anwendung

$$B. \left(1 + \frac{(g-h)n}{fm}\right)$$

ſetzen kan, weil hn ſtets unbeträchtlich gegen fm iſt.

Nimmt man nun mit de Lüc n = 6 Linien, für m = 27 Zoll = 324 Lin., ſo wird $\frac{n}{m} = \frac{6}{324} = \frac{1}{54}$, und

$$b = B. \left(1 + \frac{g-h}{54f}\right)$$

woraus de Lücs im Vorigen angegebne Regel folgt, wenn man ſeiner Scale gemäß g = 12; h = k + 12; f = 96 ſetzt.

Beobachtet man an einem Fahrenheitiſchen Thermometer, nennt den Grad, den daſſelbe bey der Beobachtung zeigt, k, und den, auf welchen man die Beobachtung reduciren will, i; ſo iſt f = 180; g = i — 32; h = k — 32, und

$$b = B \left(1 + \frac{i-k}{9720}\right)$$

Die Berichtigung wegen der Wärme beſteht alſo darinn, daß man zur beobachteten Barometerhöhe B noch

$\frac{i-k}{9720}$ B hinzuſetzt, oder, wenn i—k negativ iſt, $\frac{k-i}{9720}$ B von ihr abzieht.

Ex. Das Barometer zeigt 26 Zoll, 6 Lin. = 318 Linien, das Fahrenheitiſche Thermometer 40 Grad; man will die Barometerhöhe auf die Temperatur 70 Grad nach Fahrenheit reduciren. So hat man $\frac{70-40}{9720} \cdot 318 = \frac{318}{324}$ Lin. hinzuzuſetzen, und erhält 318, 98 Lin.

Oder man will eben dieſe Beobachtung auf die Temperatur des Eispuncts reduciren, welche 32 Grad iſt. So hat man $\frac{40-32}{9720} \cdot 318 = \frac{318}{1215}$ Lin. abzuziehen, und erhält 317, 73 Lin.

Das heißt: Eben der Druck der Luft, der jetzt bey 40 Grad Thermometerſtand das Queckſilber 318 Lin. hoch hält, würde ein bis zu 70 Grad erwärmtes 318, 98 Lin. und ein bis zum Eispunkte erkaltetes 317, 73 Linien hoch halten.

Es erhält dieſe Formel durch die Geſchmeidigkeit, mit welcher ſie ſich allen möglichen Vorausſetzungen, Scalen und Reductionstemperaturen anpaſſen läßt, einen großen Vorzug, und für die, welche die bey jeder Beobachtung nöthige Rechnung ſcheuen, wären Tabellen, nach der Formel berechnet, gewiß eben ſo leicht zu brauchen, als die vielen Scalen, welche nur Verwirrung und Unzuverläſſigkeit in die Wiſſenſchaft bringen.

Dieſe Reduction des Barometerſtandes auf das, was er bey einer andern, zum allgemeinen Vergleichungspunkte angenommenen, Temperatur des Queckſilbers geweſen ſeyn würde, heißt Berichtigung wegen der Wärme des Queckſilbers, und iſt bey allen Beobachtungen nöthig, wenn ſie anders mit einander ſollen verglichen werden können. Das dabey zu beobachtende Thermometer muß im Brete des Barometers ſelbſt befeſtiget ſeyn, damit ſich das Queckſilber in demſelben mit dem Queckſilber des Barometers ſelbſt in völlig gleichen Umſtänden befinde, und beyde einerley Temperatur erhalten, wozu man den Inſtrumenten einige Zeit laſſen muß.

zur Temperatur, die den allgemeinen Vergleichungspunkt abgeben ſoll, will Luz aus Urſachen, welche bey dem Worte: Höhenmeſſungen, barometriſche, erklärt werden, + 16¾ Gr. nach Reaumür gewählt wiſſen, welches mit 69½ oder faſt 70 Gr. nach Fahrenheit übereinkömmt, und von Roſenthal die Normaltemperatur genannt wird. Die Formel läßt ſich auf jede ſolche Wahl leicht anwenden.

Roſenthal (Anleitung, das de Lücſche Barometer zu einem höhern Grad der Vollkommenheit zu bringen, Gotha, 1779. 8.) thut einen Vorſchlag, dieſe Berichtigung zu machen, ohne dazu eines Thermometers zu bedürfen. Dieſer Vorſchlag ſetzt einen Heberbarometer voraus, an dem die Null an beyden Schenkeln unten ſteht, wo alſo die Angabe des kürzern Schenkels von der des längern zu ſubtrahiren iſt. Er mißt die Länge des in beyden Schenkeln über der o enthaltnen Queckſilbers zu einer Zeit, da die Luft die Normaltemperatur hat, und nennt ſie die Normallänge. Geſetzt, er finde im längern Schenkel 5609, im kürzern 424 Sechszehntheile einer Linie, ſo iſt die Normallänge 5609 + 424 = 6033; der Barometerſtand hiebey aber, 5609—424 = 5185. Zeigt ihm nun zu einer andern Zeit der längere Schenkel 5650, der kürzere 427, ſo ſcheint der Barometerſtand 5650—427 = 5223 zu ſeyn; die Normallänge aber hat ſich in 5650 + 427 = 6077 verändert. Dieſe Veränderung iſt blos dem Einfluſſe der Wärme zuzuſchreiben, und von ihr kömmt auf den ſcheinbaren Barometerſtand ein ſeiner Größe gemäßer Theil. Daher muß ſich die jetzige Normallänge (6077) zur eigentlichen (6033) verhalten, wie der ſcheinbare Barometerſtand (5223) zum berichtigten, wofür die Regel Detri 5185 giebt. So hoch würde alſo das Barometer unter gleichem Drucke der Luft bey der Normaltemperatur ſtehen. So ſinnreich dieſe Methode in der Theorie iſt, ſo ſetzt ſie doch voraus, daß die Röhren überall vollkommen gleich weit ſind, und nie Queckſilber verlohren gehe, welches in der Ausübung zu erhalten kaum möglich iſt. Uebrigens iſt nach Luz dieſer Vorſchlag ſchon 1759 von Herrn de la Grange gethan, auch nach-

her ein ähnlicher von Lamanon (Journal de phyſique, Janv. 1782.) bekannt gemacht worden.

Methode, zu beobachten, und die Beobachtungen aufzuzeichnen.

Das Bret des Barometers muß mit Hülfe eines Bleylothes ſo aufgehangen und befeſtiget werden, daß ſich die Röhren deſſelben nebſt der Scale in einer völlig lothrechten Stellung befinden. Auch portativen Barometern muß man, ſo oft ſie aufgeſtellt werden, dieſe lothrechte Stellung geben. Es iſt nicht genug, die Lage zu ſuchen, in welcher das Queckſilber die geringſte Höhe zeigt, und dieſe für die richtige anzunehmen, wie le Monnier gethan und noch neuerlich Roſenthal für zureichend gehalten hat. Barometer mit gekrümmten Röhren geben wegen des Anhängens die niedrigſte Höhe in einer ſchiefen Richtung.

Vor der Beobachtung muß man einigemal, zuerſt ſtark, dann ſchwächer, an die Röhre ſchlagen, um ſo durch ein gelindes Schütteln dem anhängenden Queckſilber die gehörige Freyheit zu geben.

Bey der Beobachtung muß das Auge genau in einerley Horizontallinie mit der Queckſilberfläche ſtehen, um die in höhern oder niedrigern Geſichtspunkten entſtehende Parallaxe zu vermeiden. Man giebt deswegen auf das Bild der Scale Achtung, das ſich in der Röhre, wie in einem Spiegel, darſtellt; unter den Strichen dieſes Bildes erſcheint nur einer horizontal, und wenn dies derjenige iſt, der an der Queckſilberfläche ſtehet, ſo hat das Auge die gehörige Stellung, und eben dieſer Theilungsſtrich giebt die Höhe der Säule an.

Die Queckſilberfläche iſt in gläſernen Röhren nie eben, ſondern ſteht in der Mitte höher, als am Rande. Man muß aber ihre Höhe in der Mitte, nicht die am Rande, beobachten.

Jede Beobachtung muß, ehe man ſie aufſchreibt, wegen der Wärme des Queckſilbers berichtiget, oder es muß ihr wenigſtens der zugleich beobachtete Thermometer-

ſtand beygeſchrieben werden, um ſie zu gelegner Zeit darnach berichtigen zu können. Unberichtigte Beobachtungen ſind gröſtentheils als unbrauchbar anzuſehen.

Zu Aufzeichnung vieler an einerley Orte fortgeſetzten Beobachtungen in guter bald zu überſehender Ordnung erfindet ſich Jeder leicht eine bequeme Einrichtung. Am beſten iſt es wohl, ihnen die Form von Tabellen zu geben. Muſſchenbroek (Ephemerides meteorologiae Vltrajectinae anni 1728 in Diſſ. phyſ. Lugd. 1729. 4. p. 673.) hat den ſinnreichen Vorſchlag gethan, die Barometerveränderungen ſo aufzuzeichnen, wie Taf. III. Fig. 52. nach Luz, den Gang des Barometers vom 14ten bis 20ſten Jänner 1784 darſtellt. Der Anblick der Figur dient hier ſtatt aller Beſchreibung. Die vertikalen Fächer des Gitters ſind die Linien der Barometerhöhe; die horizontalen ſind die fortlaufenden Tage, an deren jedem drey Beobachtungen angeſtellt ſind. Deutlicher und zur Ueberſicht bequemer läßt ſich der Gang des Barometers nicht vorſtellen.

Für diejenigen, die auch Sehen und Aufſchreiben noch zu mühſam finden, ſind Barometer erfunden worden, die ihren Gang ſelbſt aufzeichnen. Man giebt ihnen den Namen der **Barometrographen**. Luz (§. 210. 211.) beſchreibt deren zween, wovon der erſte in England erfunden, der zweyte von Changeux (Journal de phyſique, Nov. 1780.) angegeben worden iſt. Ihr Weſentliches beſteht in folgendem.

Ein Heberbarometer hat an beyden Schenkeln $1\frac{1}{2}$ Zoll weite Behältniſſe, in welchen die Queckſilberflächen ſteigen und fallen. Auf dem Queckſilber im untern Schenkel liegt ein Cylinder von Elfenbein mit einem ſenkrecht heraufgehenden Drathe, der durch Hülſen geführt iſt, damit er ſtets ſenkrecht bleibe. Alles dies wird von einem Gegengewichte gehalten, damit es nicht zu ſehr aufs Queckſilber drücke. Oben am Drathe iſt ein ſchreibender Stift angebracht. Vor dieſem Stifte führt ein Uhrwerk mit ſtets gleichförmiger Bewegung einen Schieber vorbey, auf welchem ein Muſſchenbroekiſches Gitter, wie Taf. III. Fig. 52.,

verzeichnet iſt. Der Stift wird durch den Drath, der elaſtiſch ſeyn muß, an dieſe Zeichnung angedrückt. Da er mit dem Queckſilber im untern Schenkel ſteigt und fällt, ſo zeichnet er dieſe Bewegungen aufs Papier, während daſſelbe vom Uhrwerke gleichförmig fortgezogen wird. So entſteht eine Zeichnung, wie Taf. III. Fig. 52., nur umgekehrt, und um die Helfte kleiner, den Veränderungen im untern Schenkel eines Heberbarometers gemäß. Changeux hat dies verbeſſert, indem er das Gitter in eine runde Scheibe umbeugt, ſo, daß ſich die horizontalen Linien in concentriſche Kreiſe, und die vertikalen in Stücken von Halbmeſſern verwandeln. Dieſe Scheibe bringt er an eine Penduluhr ſo an, daß ſie gleichförmig umgedreht wird. Der Stift ſteht hier vor der Scheibe; alle Stunden einmal ſchlägt ein Hammer auf den Drath, und macht dadurch, daß der Stift am gehörigen Orte die Scheibe mit einem Punkte bezeichnet. Um die Unvollkommenheit ſolcher Einrichtungen zu begreifen, darf man nur daran denken, daß ſich die beträchliche Länge des Draths durch die Wärme ändern muß.

Reiſebarometer (barométre portatif).

Man hat zwar ſchon längſt auf Einrichtungen für Barometer, die man auf Reiſen mit ſich führen könnte, gedacht, dergleichen Leupold (Theatr. aëroſtat. Tab. IV. Fig. 3. 4. 5. Tab. VIII. Fig. 2.) anführt. Seitdem aber die barometriſchen Höhenmeſſungen die Mitführung der Barometer auf den beſchwerlichſten Bergreiſen nothwendig gemacht haben, hat zuerſt de Lüc (Recherches ſur les modif. de l'atmoſph. To. II. §. 464. u. f.) ein beſſeres Reiſebarometer angegeben, von deſſen Güte ihn ein zwölfjähriger Gebrauch überführt hatte. Um Weitläufigkeit und zahlreiche Abbildungen zu vermeiden, gebe ich nur die weſentlichen Theile deſſelben an.

Ein Theil des kürzern Schenkels von einem Heberbarometer iſt hier von dem übrigen getrennt, und beyde Stücken werden durch einen Hahn verbunden, der von Elfenbein (nach Luz von Pockholz, Franzoſenholz, Lignum

ſanctum, ſ. Guayacum), der Schlüſſel deſſelben aber von feſtem reinem Kork iſt. Hahn und Schlüſſel bekommen ein Loch, das im Schlüſſel mit einem Federkiel ausgefüttert wird. Der Hahn wird zur Helfte ins Bret des Barometers eingelaſſen, und durch Schrauben daran befeſtiget. Er bekömmt einen Grif von Elfenbein.

In dieſen Hahn wird der größere Theil des Barometers, an dem der lange Schenkel befindlich iſt, unten eingeleimt und verküttet, der kürzere Schenkel aber oben nur feſt eingeſteckt. Der längere Schenkel wird noch überdies an das Bret befeſtiget, und wo er ſich etwa ſtoßen könnte, durch lederne Küſſen geſichert. Scalen und Thermometer ſind am Brete, wie gewöhnlich, angebracht.

Will man dies Barometer mit ſich führen, ſo neigt man es unter einem Winkel von 40—50 Graden, wodurch ſich der längere Schenkel völlig bis oben mit Queckſilber anfüllt. Verſchließt man nun den Hahn, ſo wird dadurch das Queckſilber ſo eingeſchloſſen, daß keine Bewegung deſſelben mehr möglich iſt. So kann man das ganze Werkzeug in umgekehrter Stellung mit ſich führen, in welcher es auch empfindliche Stöße ohne Schaden verträgt. De Lüc verſchließt es in ein Futteral von Tannenholz, deſſen Boden zugleich das Bret des Barometers iſt.

Zur Beobachtung öfnet man den Hahn, ehe das Barometer ſenkrecht geſtellt wird, damit das Queckſilber nicht allzuſchnell herabfalle. Am beſten neigt man es dabey unter einem Winkel von 40—50°. Man reinigt dann den kürzern Schenkel mit einem Wiſcher, und läßt durch einen papiernen Trichter etwas weniges reines Queckſilber hienein.

Das Barometer iſt mit einem eignen Bleyloth zur ſenkrechten Sellung verſehen, hat auch ein beſonderes Stativ, und wird bey der Beobachtung durch einen Schirm vor den Sonnenſtralen geſchützt, welche ſonſt das Bret ungleich erwärmen möchten. Man muß einige Zeit warten, ehe man die Beobachtung anſtellt, damit das Bret die gehörige Temperatur erhalte.

Während einer Reiſe wirkt doch die veränderliche Wärme auf das eingeſchloßne Queckſilber, dehnt es aus oder zieht es zuſammen. Im erſtern Falle giebt der Kork ein wenig nach, im letztern entſteht ein leerer Raum, den man durch das Anſchlagen des Queckſilbers an die Röhre bemerkt. Man muß alsdann von Zeit zu Zeit den Hahn lüften, d. i. bey gehöriger Stellung des Barometers auf- und ſogleich wieder zuſchließen, jedoch, ehe man es umkehrt, nachſehn, ob etwa Luft in die Krümmung gekommen ſey, und dieſe gegen den Hahn zurückzubringen ſuchen, damit ſie bey Oefnung deſſelben herausgehe.

Luz macht, um die doppelte Scale zu erſparen, das Bret doppelt, und giebt dem obern Theile die Form eines Schiebers, welcher bey jeder Beobachtung ſo geſtellt wird, daß eine darauf verzeichnete Horizontallinie mit der Queckſilberfläche im kürzern Schenkel zuſammenfällt.

Dieſer Einrichtung giebt Luz (§. 153.) vor allen übrigen den Vorzug. Die nachher erfundenen ſind nach ſeinem Ausdrucke Reiſebarometer, welche nie das Zimmer verlaſſen haben. Es wird alſo genug ſeyn, ihrer mit wenig Worten zu gedenken.

Wie man das Barometer mit der Büchſe, Taf. III. Fig. 40., wobey die Prinziſche Einrichtung angebracht iſt, ingleichen das mit einer gekrümmten Röhre und einem darauf ſtehenden Behältniſſe, ebenfalls mit angebrachter Prinziſcher Einrichtung, auch zum Reiſebarometer brauchbar machen könne, lehrt Luz (§. 131. 140.).

Magellan (Beſchreibung neuer Baromet.) giebt eine ſehr undeutlich abgefaßte Beſchreibung eines Heberbarometers, deſſen beyde Schenkel durch ein Gefäß verbunden ſind. Das Gefäß beſteht aus zween zuſammengeſchraubten Theilen. Der obere Theil endigt ſich unten in einen ledernen Beutel, welcher das Queckſilber trägt. Durch den Boden des untern Theils geht eine Schraube mit einer Platte, durch welche man den ledernen Beutel zuſammendrücken, oder nachlaſſen, und ſo mehr oder weniger Queckſilber nach Gefallen in beyde Schenkel des Barometers bringen kan. Man ſoll bey der Beobachtung

die Schraube ſo ſtellen, daß das Queckſilber im kürzern Schenkel gerade an die Horizontallinie tritt, auf welche ſich die Scale bezieht; beym Mitführen auf Reiſen ſoll man den Beutel ſo zuſammenſchrauben, daß der längere Schenkel ganz mit Queckſilber angefüllt wird. Daß man dieſes Barometer aufrecht mit ſich führen muß, und das Leder bey ſtarkem Drucke Queckſilber durchläßt, ſind außer andern Mängeln die Hauptfehler dieſer Einrichtung.

Des **Aſſier Perica** Reiſebarometer (**Lichtenberg** Mag. für das Neueſte aus der Phyſik, I. B. 3 St. S. 98.) iſt das eben erwähnte Magellaniſche ſelbſt, nur aus einem Heberbarometer in ein Behältnißbarometer verwandelt. Das Behältniß oder die Büchſe iſt von Cryſtallglas in Elfenbein gefaßt, und endigt ſich ebenfalls in einen ledernen Beutel, der von untenher durch eine Schraube zuſammengedrückt werden kan. Dadurch ſoll immer dieſelbe Horizontalebne im Behältniß erhalten und bey Reiſen das Queckſilber eingeſchloſſen werden.

Roſenthal (Beyträge zur Verf. meteorol. Werkz. S. 30.) beſchreibt ein ſehr einfaches Reiſebarometer des Barometermachers **Schiavetto**. In einem Heberbarometer wird, wenn es ungeneigt, und der längere Schenkel ganz angefüllt iſt, ein kleines Korkſtöpſelchen an einem Stiele von Fiſchbein in den kürzern Schenkel bis aus Queckſilber gedrängt, und daſſelbe dadurch eingeſchloſſen. Man giebt deswegen dem Theile der Röhre, in welchen der Kork kömmt, an der Lampe einen engern Durchmeſſer und eine coniſche Geſtalt. Man ſieht aber bald, daß dieſe Art des Verſchluſſes nicht ſicher genug ſey.

Changeux (Deſcription de nouveaux barometres à appendice Journ. de phyſ. Mai. 1783.) giebt Barometer an, die auf einen Berg geſchickt, oder in eine Tiefe gelaſſen, wenn ſie zurückkommen, den Barometerſtand in der Höhe oder Tiefe ſelbſt angeben ſollen. Sie ſind Heberbarometer. Für die Höhen wird ein Appendix, wie c d Taf. III. Fig. 50., nur herunterwärts geneigt, an den kürzern Schenkel angebracht, und ſo viel Queckſilber eingefüllt, daß es gerade bis an den Appendix reicht. Auf dem

Berge wird alſo ſo viel, als im kürzern Schenkel ſteigt, in den Appendix laufen, und durch die Menge deſſelben ſoll der Barometerſtand auf dem Berge berechnet werden. Für Beobachtungen in der Tiefe ſetzt er den Appendix an den längern Schenkel, welche Einrichtung gar nicht auszuführen iſt, weil man ein ſolches Barometer nicht füllen kan, ohne den Appendix mit zu füllen, an welche Schwierigkeit Changeux nicht gedacht zu haben ſcheint.

In Lichtenbergs Magazin für das Neuſte aus der Phyſik, II. B. 1. St. S. 129. wird noch ein wohleingerichtetes Reiſebarometer mit einer Büchſe beſchrieben, wobey die Prinziſche Einrichtung angebracht iſt, und das Queckſilber durch Heraufſchraubung eines Stempels in die Röhre gebracht, und darinn verſchloſſen werden kan.

Zu den Reiſebarometern gehören auch die Meerbarometer, bey welchen das beſtändige Hin- und Hergehen der Queckſilberflächen beym Schwanken des Schifs vermieden werden ſoll. D. Hooks und Amontons obenangeführter Vorſchlag, hiezu das Luftthermometer mit einem gewöhnlichen Thermometer zu verbinden, iſt von Magellan (Beſchreibung neuer Barometer) dadurch verbeſſert worden, daß er das Inſtrument mit Queckſilber füllt, und um den Druck dieſes Queckſilbers auf die Luft aufzuheben, umkehrt. Er küttet nun dieſes Luftthermometer auf ein hölzernes Käſtchen, welches das Queckſilber in einem ledernen Beutel enthält, der mit einer Schraube zuſammengedrückt werden kan. Mit dieſem Queckſilber iſt noch eine auf das Käſtchen aufgeſetzte Glasröhre verbunden, in welcher man vermittelſt der Schraube das Queckſilber eben ſo hoch ſtellt, als es im Luftthermometer ſteht. So halten ſich beyde Queckſilberſäulen das Gleichgewicht, und der Druck der Atmoſphäre auf die Luft in der Kugel wird vom Queckſilber nicht mehr geändert. Noch mehr Verbeſſerungen hat Luz (§. 177. u. f.) hiebey angebracht. Es iſt aber die von ihm vorgeſchlagne Einrichtung der Scale ſowohl für die Barometer, als auch für das dazu gehörige Thermometer, ſehr beſchwerlich auszuführen.

Von Amontons coniſchem Barometer, und Paſſements Vorſchlage, die Röhre ſpiralförmig zu winden, iſt ſchon im Vorigen geredet worden.

Blondeau's bey der franzöſiſchen Marine eingeführtes Meerbarometer (Lichtenberg Magazin für das Neuſte a. d. Phyſik, I. B. 3. St. S. 80. u. f.) iſt Taf. III. Fig. 53. vorgeſtellt. Es iſt das de Lücſche Reiſebarometer, nur ganz, ſelbſt bis auf den Hahn g, von Eiſen verfertiget. Der Schlüſſel des Hahns hat nur ein ganz enges Loch, wird auch nie ganz aufgedrehet. So kan nur wenig Queckſilber auf einmal durch den Hahn gehen, alſo das Schwanken des Schifs wenig Einfluß haben. Bey a, wo der längere Schenkel aufgeſchraubt iſt, hat die Schraube auch nur eine enge Oefnung b b, theils um das Schwanken noch mehr zu hindern, theils, damit beym Umkehren das Queckſilber nicht zu ſchnell von oben herabfalle und Luft in den obern Raum komme. Damit das eingeſchloſſene Queckſilber den Veränderungen der Wärme beſſer nachgeben könne (da hier der Hahn von Eiſen iſt, und nicht, wie der von Kork bey de Lüc, nachgiebt), ſo wird bey c eine Oefnung angebracht, und bey d mit einer Blaſe überſpannt, gegen welche die Feder e das Kiſſen f andrückt, welche Einrichtung ſchon de Lüc gewählt hatte, aber nachher, da er den Hahn von Kork machte, wieder aufgab. Weil beyde Schenkel undurchſichtig ſind, ſo wird auf die Queckſilberſäule im kürzern ein Stück Elfenbein h aufgeſetzt, von welchem ein eiſerner Drath durch eine enge Oefnung des Deckels i herausgeht. Das Ende k bemerkt durch ſein Steigen und Fallen die Veränderungen des Barometers. Weil man die Beobachtungen nur am kurzen Schenkel macht, in welchem die Queckſilberſäule durch die Wärme nicht ſehr geändert wird, ſo hat hier die Wärme wenig Einfluß; genau läßt ſich mit dieſem Werkzeuge nicht beobachten, da man den Stand im längern Schenkel gar nicht bemerkt; inzwiſchen ſcheint es hinreichend zum Gebrauch auf der See zu ſeyn.

Zum Beſchluß dieſes langen Artikels will ich noch folgende Zuſätze beyfügen.

1) Manche Barometer leuchten, wenn ſie im Dunkeln geſchüttelt werden. Picard nahm dies zuerſt 1676 wahr, und man findet ſeine, de la Hire's, Joh. Bernoulli's, Hombergs, Mairan's Hypotheſen darüber beym de Lüc (Recherches, §. 69. u. f.). Dü Fay glaubte, das Kochen ſey ein untrügliches Mittel, alle Barometer leuchtend zu machen: es reinige das Queckſilber von gröberer Luft, und gebe der feinen Materie darinn eine freyere Bewegung. Muſſchenbroek hielt die Luft für nothwendig zum Leuchten der Barometer. Hawksbee (Phil. Trans. 1708.) nahm endlich das Leuchten mit Recht für eine elektriſche Erſcheinung an. Unzählige Verſuche beweiſen, daß das elektriſche Licht in ſehr verdünnter Luft vorzüglich ſtark ſey; auch weiß man, daß das Reiben des Glaſes am Queckſilber Elektricität erregt. Daß nicht alle Barometer leuchten, kömmt wahrſcheinlich von der Beſchaffenheit ihres Glaſes her. Das Kochen thut hiezu nichts weiter, als daß es den obern Raum mehr luftleer macht. Das Leuchten kan alſo auch nicht als ein Kennzeichen der Güte eines Barometers angeſehen werden.

2) Wenn die torricelliſche Röhre, in ein auf dem Boden ruhendes Gefäß eingeſenkt, gewogen wird, ſo wiegt die in ihr befindliche Queckſilberſäule mit ihr; die Röhre wird ſchwerer, wenn das Queckſilber ſteigt, leichter, wenn es fällt. Manche haben ſich darüber verwundert, weil doch die Queckſilberſäule vom Drucke der Luft getragen werde, und alſo ihr Gewicht verliere. Dies iſt auch richtig. Es fällt aber alles Befremdende weg, wenn man bedenkt, daß die Röhre dafür den Druck der auf ihr ruhenden Luftſäule von oben herab zu tragen bekömmt, welcher dem Drucke der Queckſilberſäule gleich iſt, und jetzt durch keinen Druck von unten mehr aufgehoben wird. Verſuche hierüber führt Wolf (Nützliche Verſuche, Th. II. Cap. 3. §. 38.) an, und Morland hat darauf ein ſogenanntes Waagbarometer gegründet, von welchem Magellan und Luz (§. 12—14.) reden.

Recherches ſur les modifications de l' atmoſphère par *Jean André de Luc.* à Geneve. To. I. et II. 1772. gr. 4.

J. A. de Lüc Unterſuchungen über die Atmoſphäre, aus dem Franz. überſ. Leipzig I. Th. 1776. II. Th. 1778. gr. 8.

Fr. Luz Vollſtändige und auf Erfahrung gegründete Beſchreibung von allen ſowohl bisher bekannten, als einigen neuen Barometern, Nürnb. u. Leipzig 1783. gr. 8.

Barometerprobe, ſ. Elaſticitätszeiger.

Barometerveränderungen, **Steigen und Fallen der Wettergläſer**, Variationes barometri, Aſcenſus et deſcenſus mercurii in tubo Torricelliano, *Variations du baromètre*. So werden die Veränderungen der Höhe des Queckſilbers in einem ſtillſtehenden, oder immer an einerley Orte bleibenden, Barometer genannt, welche man insgemein für Anzeigen der bevorſtehenden Witterung annimmt. Eigentlich ſind ſie blos Anzeigen der ſtärker oder ſchwächer gewordenen Elaſticität der Atmoſphäre; der Schluß hievon auf die Wetterveränderungen iſt nie völlig ſicher, und findet oft gar nicht ſtatt.

In Frankreich wird die mittlere Barometerhöhe $27\frac{1}{2}$ pariſer Zoll angegeben, und der tiefſte Stand des Queckſilbers auf 26, der höchſte auf 29 Zoll geſetzt; obgleich Briſſon (Dict. de phyſ. art. *Barometre*) verſichert, daß ſich die Barometerveränderungen in Paris gewöhnlich nicht weiter als von 27 bis $28\frac{1}{2}$ Zoll erſtrecken, einige ſelten vorkommende Fälle abgerechnet. In Leipzig iſt, nach den Beobachtungen des Herrn D. Schmiedlein, die mittlere Barometerhöhe 27 Zoll, 7,83 Lin. und die Grenzen der Veränderungen erſtrecken ſich auf 1 Zoll 3,6 Lin. Dagegen ſind nach dem Aequator der Erde zu die Barometerveränderungen weit geringer. Auf der See betragen ſie unter der Linie ſelbſt kaum 2 pariſer Linien, und zu Quito ſteht das Barometer auf 18 Zoll 3 Lin. nur mit $1\frac{1}{4}$ Lin. Veränderung.

Auf das Fallen des Queckſilbers im Barometer folgt oft Regen, Sturm, oder überhaupt trübe rauhe Witterung: dahingegen das Steigen deſſelben oftmals ein heiteres und ſtilles Wetter verkündigt. Dieſe Vorherſagungen aber trügen auch ſehr oft. Nach Poleni Beobachtungen in Padua ſind in 12 Jahren unter 1175 Regen

nur 758 durch das Fallen des Barometers vorherverkündiget worden, und van Swinden in Franecker fand im Jahre 1778 unter den Barometerverkündigungen eben ſo viele falſch, als wahr. Doch ſcheint plötzliches Fallen und Steigen des Queckſilbers, das z. B. bey uns in einigen Stunden 3—4 Lin. beträgt, eine faſt untrügliche Anzeige einer bevorſtehenden Wetterveränderung zu ſeyn.

Dieſer Zuſammenhang der Barometerveränderungen mit der Witterung ward bald nach der Erfindung des Barometers entdeckt. Otto von Guericke ſcheint einer der Erſten geweſen zu ſeyn, die ihn mit Richtigkeit wahrgenommen haben. Er erkannte aus dem ſtarken Fallen ſeines Wettermännchens (ſ. den Art. Anemoſkop) im Jahre 1660 eine ſolche Leichtigkeit der Luft, daß er ſogleich ſagte, es müſſe irgendwo ein großer Sturm geweſen ſeyn. Nach zwo Stunden erreichte der Sturm Magdeburg. (Exp. de vacuo ſpatio. L. III. c. 20. pag. 100.)

Paſcal hatte zwar dieſen Zuſammenhang auch entdeckt, aber ſich ganz unrichtige Begriffe davon gemacht. Er glaubte (Traité de l'équilibre des liqueurs, p. 153.), das Barometer falle, wenn es hell werden, und ſteige, wenn es regnen wolle, welches allen Erfahrungen entgegen iſt. So leicht es aber war, die Barometerveränderungen ſelbſt und ihre Verbindung mit der Witterung durch Beobachtungen wahrzunehmen, ſo ſchwer iſt es den Naturforſchern geworden, die Urſache davon zu erklären, und man iſt hierüber noch bis jetzt zu keiner entſchiedenen Gewißheit gelangt.

De Lüc (Recherches ſur les modif. de l'atmoſph. To. I. Sect. 1. cap. 3.) hat die Muthmaßungen der Phyſiker über die Urſachen der Barometerveränderungen ziemlich vollſtändig geſammlet und ſcharf geprüft. Er bringt ſie in gewiſſe Claſſen, nach deren Ordnung ich hier in möglichſter Kürze die vornehmſten anführen will. Da einige Naturforſcher, nicht mit Unrecht, mehrere Urſachen zugleich angenommen, oder ihre erſte Meynung wieder geändert haben, ſo werden manche Namen mehr als einmal vorkommen.

De Lüc ſetzt in die erſte Claſſe diejenigen, welche **wirklich vorhandene** phyſiſche Urſachen zur Erklärung der Barometerveränderungen anwenden. Die **Vermehrung der Atmoſphäre** durch das Aufſteigen der Dünſte, und ihre Verminderuug durch das Herabfallen derſelben, wird von **Paſcal** (a. a. O.), **Beal** und **Wallis** (Phil. Trans. no. 9 et 10.) und von **Garcin** (Journal helvetique, ann. 1734 et 1735.) als die Urſache des Steigens und Fallens im Barometer angeſehen. Wenn das Queckſilber falle, ſagt Garcin,, regne es ſchon in einem Theile der zu unſerm Orte gehörigen Luftmaſſe, wodurch die ganze Maſſe leichter werde. Allein außerdem, daß man die Luftmaſſen der Atmoſphäre nicht in Schranken einſchließen kan, iſt auch die Menge des Regens, die höchſtens an einem Tage auf 1 Zoll ſteigen kan, gar nicht hinreichend, das Fallen des Queckſilbers zu erklären, welches oft an einem Tage 6 Lin. beträgt, die mit 6 × 14 Lin. oder 7 Zoll Waſſer gleichwiegen.

Die **Wärme** haben **Perrier** (*Paſcal* Traité de l'équilibre. p. 199.), **Garden** (Phil. Trans. no. 171.), **Halley** (ebend. no. 181.), **le Cat** (Nouv. Magaſin François, Dec. 1750.) und **v. Mairan** (Sur les cauſes des variat. du barom. in Recueil des diff. qui ont remporté le prix de l'acad. de Bordeaux. To. I.) zur Urſache der Barometerveränderungen angenommen, oder ſie wenigſtens als mitwirkend betrachtet. Sie haben nemlich das **Fallen** des Queckſilbers der Wärme zugeſchrieben. Daß ſie unter die mitwirkenden Urſachen beym Fallen gehöre, iſt gar nicht zu läugnen. Kalte Nordwinde verurſachen jederzeit ein Steigen, und neuere Beobachtungen haben gelehrt, daß bey einem feſten Stande des Queckſilbers daſſelbe an heißen Mittagen ein wenig ſinke, auch der mittlere Barometerſtand im Sommer etwas geringer, als im Winter, ſey. Allein dieſe Mitwirkung kann doch nur gering ſeyn, da der Unterſchied der mittlern Barometerhöhen im Sommer und Winter kaum über 1 Lin. ſteigt, und man oft im heißen Sommer das Queckſilber eben ſo hoch findet, als es in den kälteſten Wintertagen ſteht.

D. Garden (philoſ. Trans. n. 171.) nahm die Vermehrung der ſpecifiſchen Schwere der Luft für die Urſache des Aufſteigens der Dünſte und des Steigens der Barometer zugleich an, ſo wie er aus ihrer Verminderung Herabfallen der Dünſte und Fallen des Barometers zugleich herleitete. De Lüc bemerkt, hiebey ſey unerklärbar, wie nach ſeinen und de la Condamine's Beobachtungen die Luft dann am durchſichtigſten ſeyn könne, wenn das Queckſilber am höchſten ſteht. Es bleibe auch die Hauptfrage, was denn dasjenige ſey, das die ſpecifiſche Schwere der Luft ändere? Garden muthmaße zwar, in der Luft halte ſich noch eine feinere Materie nebſt verſchiedenen andern flüßigen Materien auf, die ſich verſchiedentlich mit ihr verbänden, und dadurch ihre Schwere änderten, aber das ſtütze ſich auf keine Beweiſe. Vielleicht möchten doch die neuern Entdeckungen über die Luftgattungen Beweiſe hiezu liefern, obgleich die Barometerveränderungen viel zu groß ſcheinen, um ſich daraus allein erklären zu laſſen.

Die Winde nimmt Halley (Philoſ. Trans. no. 181.) zur Haupturſache der Barometer- und Wetterveränderungen an. Gehen entgegengeſetzte Winde von einem Orte aus, ſo wird die Luft daſelbſt verdünnt, und kan die Dünſte nicht mehr erhalten; gehen ſie auf einerley Ort zu, ſo häufen und verdichten ſie die Luft, die dann ſchwerer wird, und die Dünſte ſtärker hält, daher der hohe Stand des Barometers bey hellem und ſtillem Wetter. Bey ſtarken Winden ſteht das Queckſilber niedrig, weil ſie die Luft wegführen, die nicht gleich wieder erſetzt wird, auch weil die horizontale Bewegung den ſenkrechten Druck mindert; doch regnet es nicht, weil die Dünſte durch den Wind zerſtreut, und vom Fallen abgehalten werden; nach dem Winde ſteigt das Barometer ſchnell, weil nun der Erſatz der Luft erfolgt. In England ſteht das Barometer beym Oſt- und Nordoſtwinde am höchſten, weil ſich im atlantiſchen Meere unter 35° Breite ſtets ein entgegengeſetzter Wind findet, der durch ſein Zuſammenſtoßen die Luft über England anhäuft. Bey ſtillem und kaltem Wetter ſteht das Queckſilber hoch; denn die Kälte kömmt von Nord- und Nordoſtwinden,

und wenn es ſtill iſt, ſo werden dieſe nur von jenem entgegengeſetzten Winde aufgehalten; auch wird die Luft durch die Kälte verdichtet. Um den Aequator ſind die Barometerveränderungen geringer, weil daſelbſt die Winde nicht ſo heftig ſind. — Dies iſt der Inbegriff der Halleyſchen Theorie, gegen welche de Lüc bemerkt, daß Winde, welche Luft wegführen, wohl auch die darinn enthaltnen Dünſte mitnehmen würden, daß das Zuſammenſtoßen zweener entgegengeſetzten Winde ſehr ſelten eine Windſtille verurſachen dürfte, daß der Wind an den Orten, durch die er wehe, die Luft nicht vermindern könne, weil er eben ſo viel zu- als abführe; vielmehr müſſe er ſie wegen der Trägheit der ruhenden, durch ihn erſt zu bewegenden, Luft noch vermehren u. ſ. f. Daß die Winde aufs Barometer ſowohl, als auf die Witterung ungemeinen Einfluß haben, läßt ſich gar nicht in Zweifel ziehen; die de Lücſchen Erinnerungen betreffen auch nur Halleys Erklärung dieſes Einfluſſes.

Zur zweyten Claſſe zählt de Lüc die Erklärungen, welche ſich nicht auf wirklich vorhandene, ſondern auf angenommene Urſachen beziehen. Eine ſolche iſt die vermeynte Verminderung des ſenkrechten Drucks der Luft, wenn ſie bewegt wird, welche Wallis, Halley und v. Mairan zu Hülfe nehmen, um das Fallen des Queckſilbers beym Winde zu erklären. Es iſt ganz falſch, daß der ſenkrechte Druck getragner Körper, wenn ſie bewegt werden, ſchwächer ſey und Niemand zweifelt, daß der in der Waagſchale gedrehte Kreiſel eben ſo ſchwer wiege, als der ruhende.

Wallis, deſſen Meynungen hierüber auf eine ſeltſame Art durch einander laufen, hat (Phil. Trans. no. 10.) auch die verſtärkte Elaſticität der Luft, ſie möchte nun von der Wärme oder andern Urſachen bewirkt werden, als Urſache des Steigens der Barometer angeſehen, worinn ihm andere Phyſiker gefolgt ſind. Allein ſie verwechſeln freye und eingeſchloßne Luft. Freye muß ſich bey verſtärkter Elaſticität mehr ausdehnen, mithin verdünnen, ſpeciſiſch leichter werden, und Fallen des Barometers, nicht

Steigen, bewirken. **Wallis** ſelbſt nimmt in der Folge (Phil. Trans. no. 171.) ſeine Meynung zurück, und glaubt nun die verſtärkte Elaſticität wirke gar nicht in den Druck der Luft.

Auch im **Queckſilber** hat man die Urſachen der Barometerveränderungen ſuchen wollen. **Wallis** meynt (a. a. O.), die im Queckſilber enthaltene Luft und Feuchtigkeit dehne ſich im Sommer aus, und treibe es im Barometer höher, ohne daß der Druck der Luft ſich ändere; im Winter erfolge das Gegentheil; wenn aber die Feuchtigkeit gefriere, dehne ſich das Queckſilber wieder aus. **Liſter** (Phil. Trans. no. 165.) erklärt die ganzen Barometerveränderungen aus einem Zuſammenziehen des Queckſilbers bey großer Wärme und Kälte, welche Meynung die ſeltſamſte unter allen iſt.

Schwingungen der Lufttheilchen, durch das Zuſammenſtoßen der Winde verurſacht, nimmt **Gerſten** (Diſſ. Tentamina ſyſt. novi ad mutationes barom. ex natura elateris aërii demonſtr. Frf. 1733. 8.) für die Urſache des Fallens im Barometer an. Solche Schwingungen dehnen nach ſeiner Meynung jede elaſtiſche Materie mehr aus oder verdünnen ſie. Die Sonne giebt der Atmoſphäre eine regelmäßige Bewegung, die in unſerm Klima ein Nordoſtwind iſt. Dabey ſind keine Schwingungen, und das Barometer ſteht hoch; Schwingungen aber entſtehen, wenn andere Winde mit jenem zuſammenſtoßen, dann fällt das Barometer. Dieſe Hypotheſe iſt der Halleyiſchen gerade entgegengeſetzt, nach welcher das Zuſammenſtoßen der Winde Steigen des Barometers bewirken ſollte.

De la Hire (Mém. de Paris. 1705.) erklärt die Barometerveränderungen aus dem **Uebergange der Luft** von den ſüdlichen zu den nördlichen Gegenden. Er nimmt an, die Atmoſphäre ſey unter den Polen weit höher, als unter dem Aequator, daher werde ihre Höhe bey uns durch Nordwinde vergrößert, durch Südwinde vermindert; da nun Südwind auch Regen bringe, ſo regne es nach dem Fallen des Barometers; man müſſe aber nicht ſtets nach

dem auf der Erdfläche wehenden Winde, ſondern nach dem in den obern Regionen ſchließen. De Lüc erinnert dagegen ſehr treffend, da die Winde aus Süden bey uns blos durchgiengen, ſo könnten ſie von der Höhe der Atmoſphäre bey uns nichts hinwegnehmen, ſie müßten blos dieſe Höhe um den Aequator vermindern, und alſo dort größere Barometerveränderungen, als bey uns, verurſachen, welches doch der Erfahrung gerade entgegen iſt. v. **Mairan** hat der Erklärung des **de la Hire** beygeſtimmt, und dieſe Urſache als eine mitwirkende angenommen.

Aus der verſchiednen **Neigung der Winde** gegen die Erdfläche leitet **Mariotte** (Diſcours de la nature de l'air. 1676.) ſeine Erklärung her. Nach ihm ſollen die Nordwinde von oben herab, die Südwinde nach der Tangente der Erdkugel oder von unten herauf gerichtet ſeyn, daher jene die untere Luft zuſammendrücken, dieſe mehr auf die obere wirken, ſo daß ſich die untere ausdehne, woraus Steigen und Fallen des Barometers folge. Es iſt aber dies eine ganz willkührlich angenommene Behauptung.

Woodward (Hiſt. natur. telluris. Lond. 1695. 8.) läßt den **Stoß der Dünſte**, die aus ſeinem großem unterirdiſchen Waſſerbehälter aufſteigen, ſo mächtig wirken, daß dadurch der Druck der Luft vermindert, und das Fallen des Barometers veranlaſſet wird. Eben dies behauptet **Hamberger** (Elem. phyſices. Ed. tert. Jenae, 1741. 8.), aber nur von denjenigen Dünſten, welche von der Erdfläche aufſteigen. Woodwards Waſſerbehälter iſt blos chimäriſch, und die von der Erdfläche aufſteigenden Dünſte möchten wohl zu einer ſo großen Wirkung des Stoßes zu wenig ſeyn. Hauptſächlich aber müßte nach dieſen Hypotheſen das Barometer, ehe es regnete, zuerſt beym Aufſteigen der Dünſte fallen, dann bey ihrem Stillſtehen wieder ſteigen, und alſo unmittelbar vor dem Regen gegen alle Erfahrung ein Steigen vorhergehen.

Herr v. Leibnitz hatte durch Verſuche, die **Wolf** (Nützl. Verſ. Th. I. C. 8. §. 194.) beſchreibt, gefunden daß ein im Waſſer fallender Körper während des Falls nicht mit dem Waſſer wiege. Er ſchloß daraus, daß auch

der fallende Regen nicht mit der Luft wiege, und daß das Queckſilber im Barometer ſinken müſſe, ſobald die Waſſertheilchen in den obern Regionen niederzufallen anfiengen. Allein außer vielen theoretiſchen Einwendungen, die dieſer Erklärung entgegenſtehen, entkräftet ſie ſchon dies, daß die Menge des herabfallenden Regens viel zu gering iſt, als daß man die ganzen Barometerveränderungen aus ihr erklären könnte.

Daniel Bernoulli (Hydrodynam. Sect. X.) glaubt, die zunehmende unterirdiſche Wärme treibe Luft aus den Höhlen der Erde, dadurch werde die Atmoſphäre vermehrt, und das Barometer ſteige ꝛc. Allein die unterirdiſche Temperatur bleibt ſich ziemlich gleich, wir bemerken keine ſo gewaltſamen aus der Erde kommenden Luftſtröme, und die Erfahrung lehrt, daß das Barometer vielmehr bey zunehmender Wärme falle.

De Lüc ſelbſt (Recherches, To. II. Sect. IV. chap. 9.) gründet ſeine Erklärung der Barometerveränderungen auf den Satz, daß die Dünſte ſpecifiſch leichter, als die Luft, ſind, welchen er weitläufig erweiſet, ſ. **Dünſte**. Wenn dieſe Dünſte, ſagt er, in der Luft aufſteigen, ſo tragen ſie zwar durch ihr Gewicht etwas zur Vermehrung des Drucks der Atmoſphäre bey, wodurch der Stand des Barometers etwa um 1 Lin. könnte erhöhet werden: allein ſie vertreiben dagegen aus den Stellen, welche ſie einnehmen, die weit ſchwerere Luft, welche ihnen ausweichen und in andere Gegenden übergehen muß; daher wird eine mit Dünſten angefüllte Luftſäule jederzeit leichter, als reine Luft, ſeyn, und das Fallen des Barometers iſt eine Folge der Anhäufung der Dünſte, wovon auch der Regen eine Folge iſt. Fallen die Dünſte herab, ſo kömmt die ſchwerere reine Luft zurück, und das Barometer ſteigt mit der Rückkehr des heitern Wetters. Dieſes Syſtem, welches ſich durch ſeine Simplicität ſehr empfiehlt, erklärt doch nicht, warum bisweilen auf ein ſtarkes Fallen des Barometers nicht der geringſte Regen oder Sturm folgt; ingleichen, warum unter dem Aequator die Barometerveränderungen faſt gänzlich wegfallen, da doch das Aufſteigen

der Dünſte und die Beſchaffenheit des Wetters daſelbſt ebenfalls abwechſelnd iſt. Endlich hat de Sauſſure (Eſſais ſur l'hygrometrie, Eſſai IV. Ch. 3.) durch Verſuche gefunden, daß die ſpecifiſche Schwere der reinen trocknen Luft ſich zur Schwere der mit Feuchtigkeit völlig geſättigten nur wie 765 : 761 verhalte, daß alſo das Aufſteigen der Dünſte, ſelbſt wenn die Luft völlig damit geſättiget würde, die ſpecifiſche Schwere nicht mehr, als um $\frac{4}{765}$ vermindern, alſo kaum 2 Lin. Queckſilberfall bewirken könne, da ſich doch die Barometerveränderungen bey uns auf 22 Lin. und gegen Norden noch weiter erſtrecken.

Nach Hrn. de Sauſſure Nachrichten hat Pignotti in ſeinen Congetture meteorologiche gemuthmaßet, die phlogiſtiſchen Dämpfe und Gasarten machten die Luft leichter, und verminderten zugleich ihre auflöſende Kraft gegen die Feuchtigkeit; daher ſey die Menge phlogiſtiſcher Dünſte Urſache des Fallens im Barometer und des Regens zugleich. De S. aber (Eſſai II. ch. 3 et 9.) fand durch Verſuche, daß phlogiſtiſche Dämpfe nicht die geringſte Feuchtigkeit aus der Luft niederſchlagen, und daß die brennbare Luft die Dünſte eben ſo gut, als die gemeine, auflöſet.

Dem **Monde** haben Kratzenſtein (Abhdl. vom Einfluſſe des Monds in die Witterung ꝛc. Halle, 1746, 1771. 8.) und Toaldo (Saggio meteorologico, Padova 1770. gr. 4.) Einflüſſe in die Barometerveränderungen und die Witterung zugeſchrieben. Da er Ebbe und Fluth verurſacht, ſo iſt leicht begreiflich, daß er auch in der Atmoſphäre Aenderungen hervorbringen kan. Toaldo will durch vierzigjährige Beobachtungen gefunden haben, daß die Neumonde, beſonders in der Erdnähe, niedrigen Barometerſtand und Sturm mit ſich bringen. Allein die Veränderungen des Barometers und der Witterung müßten regelmäßiger erfolgen, wenn der Mond ihre erſte und vornehmſte Urſache wäre.

Herr de Sauſſure (Eſſai IV. ch. 3.) wagt es nicht, eine beſtimmte Urſache der Barometerveränderungen anzugeben. Eine gute Hypotheſe über dieſelben, ſagt er,

müſſe vornehmlich den Umſtand erklären, warum ſie unter dem Aequator faſt wegfallen, gegen die Pole aber ſo groß werden. Nun ſey unter dem Aequator die Temperatur einförmiger und der Wind regelmäßiger, auch die Abnahme der Wärme von unten nach oben zu langſamer, als bey uns, daher dort nicht ſo viel Abwechſelung in der Wärme und Kälte der verſchiedenen Luftſchichten ſtatt finde. Wärme und Winde ſcheinen ihm daher die vornehmſten Urſachen der Barometerveränderungen zu ſeyn. Den chymiſchen Veränderungen der Luft ſchreibt er wenig Einfluß zu, weil ſie gerade unter dem Aequator am ſtärkſten ſind. Die Wärme würde ſchon an ſich hinreichend ſeyn, Alles zu erklären, da eine Zunahme derſelben um 16 reaumüriſche Grade das Queckſilber beym Barometerſtande von 27 Zoll um 22 Lin. fallen mache. Allein dieſe großen Aenderungen der Wärme beträfen nur die unterſten Schichten, und erſtreckten ſich auf große Weiten, hinderten alſo die Abnahme der Luftſäulen, die dabey gleich viel Maſſe behielten, und blos länger oder kürzer würden. Daher könne die Wärme nur dann ſtark aufs Barometer wirken, wenn ſie durch eine Localurſache blos auf eine einzige Luftſäule geleitet werde. Eine ſolche Urſache ſeyen die bey uns faſt immer localen Winde, die auch die Wärme auf weit größere Höhen änderten, als die Sonnenſtralen, und überdies auch mechaniſchen Einfluß auf Zuſammendrückung und Ausdehnung der Luft hätten, auch in den obern Gegenden weit heftiger wirkten, als man insgemein glaube. Den Zuſammenhang der Wärme und der Winde mit der Witterung erklärt er auf folgende Art. Im Winter bringen Süd- und Südweſtwinde zugleich warme und feuchte Luft; daher ſie zugleich Barometerfall und Regen nach ſich ziehen. Im Sommer kühlen Südwinde nur, wenn ſie mit Regen begleitet ſind, der die Temperatur der obern Regionen herabbringt. Winde, welche Kälte bringen, ſind bey uns gemeiniglich ſehr trocken; ſind ſie feucht, ſo kömmt Regen, obgleich das Barometer ſteigt. Eben ſo ſind die Südwinde insgemein feucht; ſind ſie trocken, ſo bleibt der Himmel heiter, wenn gleich das Barometer fällt, woraus

die Unzuverläſſigkeit der Barometerprophezeihungen erhellet. Er erklärt endlich, daß er den Einfluß der Dünſte, der chymiſchen Veränderungen der Luft und anderer Urſachen nicht läugne, auch glaube, daß man noch eine neue bisher unbekannte Urſache der Barometerveränderungen entdecken könne.

Dieſe Ungewißheit eines einſichtsvollen Naturforſchers, der ſo lange in dieſem Fache ſelbſt gearbeitet, und alle Behauptungen ſeiner Vorgänger geprüft hatte, zeigt wohl, daß wir nicht glauben dürfen, von der Urſache der Barometerveränderungen und ihrem Zuſammenhange mit der Witterung etwas Zuverläßiges zu wiſſen, obgleich das Barometer ſchon ſeit mehr als hundert Jahren von ſo vielen Gelehrten und Ungelehrten als ein Witterungsorakel gebraucht und ſo mancherley darüber nachgedacht und geſagt worden iſt. Dies ſey ein Beyſpiel unſers Wiſſens!

de Luc Recherches ſur les modifications de l' atmoſphère, To. I. Sect. I. chap. 3. To II. Sect.

de Sauſſure Eſſais ſur l' hygrometrie, Eſſai IV. chap. 3.

Barometrograph, ſ. Barometer, unter dem Abſchnitte: Methode zu beobachten u. ſ. w.

Baroſcop, ſ. Barometer.

Baſalt, ſ. Vulkaniſche Produkte.

Batterie, elektriſche, Suggeſtus, phialis Leidenſibus pluribus una explodentibus, *Batterie electrique.* Eine zur elektriſchen Geräthſchaft gehörige Verbindung von mehrern Leidner Flaſchen, Glastafeln oder andern belegten elektriſchen Körpern, welche man auf einmal laden und entladen, und dadurch elektriſche Schläge von ungemeiner Heftigkeit hervorbringen kan, ſ. die Art. Flaſche, geladene; Schlag elektriſcher.

Gralath in Danzig verband zuerſt, bald nach Entdeckung des Leidner Verſuchs, mehrere mit Waſſer gefüllte Diſtillirkolben, um den elektriſchen Schlag mehr zu verſtärken. Franklin (Brief von der Elektricität, überſ. v. Wilke, Leipzig 1758. 8. S. 36.) ſetzte eilf viereckichte Glastafeln in ähnlicher Abſicht zuſammen, und gab dieſer

Einrichtung den Namen der elektriſchen Batterie, der ſeitdem allen dergleichen Verbindungen von belegten Flaſchen oder Tafeln ꝛc. eigen geblieben iſt.

Taf. IV. Fig. 54. zeigt eine ſolche Batterie von ſechszehn mit Stanniol belegten Flaſchen. Jede Flaſche iſt mit einem Korkdeckel verſchloſſen, durch welchen ein mit ihrer innern Seite verbundener Drath oder meſſingener Stab hervorgeht, der oben rund um den Drath EE gebogen, oder an denſelben angelöthet iſt. Jeder Drath EE verbindet ſo die innern Seiten von vier Flaſchen, und hat an jedem Ende einen Knopf. Durch die Dräthe FFF, die ſich nach Gefallen auf eine oder die andere Seite ſchlagen laſſen, können die innern Seiten von acht, zwölf, oder allen ſechszehn Flaſchen mit einander verbunden werden. Denn da jeder Drath F ſich um den Drath E, der durch ſeinen Ring geht, bewegen läßt, ſo kan man ihn leicht aufheben und auf den entgegengeſetzten Drath E auflegen, wodurch ſich die Verbindung jeder Reihe von Flaſchen mit der nebenſtehenden nach Gefallen aufheben und wiederherſtellen läßt.

Der viereckichte Kaſten, worinn dieſe Flaſchen ſtehen, iſt von Holz, und auf dem Boden mit Bley oder Stanniol überlegt; er hat an zwoen einander gegenüberſtehenden Seiten zwo Handhaben, an welchen man ihn von einem Orte zum andern tragen kan. In der einen Seite iſt ein Loch, durch welches ein eiſerner Haken geht, der mit der metalliſchen Belegung des Bodens, und alſo mit der auswendigen Belegung der Flaſchen verbunden iſt. An dieſem Haken hängt ein Drath, der mit dem andern Ende an den Auslader befeſtiget wird, ſ. Auslader.

Man beſtimmt die Größe einer Batterie nach der Größe der belegten Glasfläche, welche die zu ihr gehörigen Flaſchen enthalten, weil ſich die Stärke ihres Schlags unter übrigens gleichen Umſtänden nach dieſer Fläche richtet. Hat z. B. jede Flaſche ¾ Quadratſchuh belegte Glasfläche, ſo wird die beſchriebene Batterie von ſechszehn Flaſchen eine Batterie von zwölf Quadratſchuhen genannt. Eine ſolche gehört, in Vergleichung mit andern jetzt gebräuchlichen,

noch unter die kleinen, und iſt für manche Verſuche viel zu ſchwach. Zum Schmelzen eines Draths von $\frac{1}{50}$ Zoll Dicke, erfordert Cavallo eine Batterie von wenigſtens dreyßig Quadratſchuhen. Er räth aber, lieber zwo, drey oder mehr kleinere, wie ſie die Figur vorſtellt, anzulegen, als eine einzige ſehr große zu verfertigen, welche ſchwer und unbequem ſey. Man kan mehrere Batterien leicht durch einen Drath oder eine Kette vereinigen, wobey ſie dann in aller Abſicht, wie eine einzige große, wirken.

Zu den Flaſchen großer Batterien muß man ſtärkeres und wohl abgekühltes Glas wählen; cylindriſche Flaſchen von 15 Zoll Höhe und 4—5 Zoll Durchmeſſer ſind die ſchicklichſten; zu kleinern Batterien von 8—9 Quadratſchuhen dienen ſchon gewöhnliche Apothekergläſer, die etwa ein oder ein halbes Nößel halten.

Die Batterien werden eben ſo, wie einzelne Flaſchen, geladen und entladen; doch thut beym Laden ein kleiner erſter Leiter beſſere Dienſte, als ein großer, weil er nicht ſo viel Elektricität, als der größere, zerſtreut. Die Entladung einer Batterie muß mit der äußerſten Behutſamkeit geſchehen: wenn Verſehen bey andern Verſuchen blos unangenehm ſind, ſo können ſie hier noch überdies von unglücklichen Folgen für die Umſtehenden ſeyn. Man bedient ſich zur Entladung der Batterien ſtets eines Ausladers, und es iſt hiezu beſonders der unter dem Worte Auslader beſchriebene allgemeine des Henly brauchbar. Er verſchaft die Bequemlichkeit, den Schlag einer Batterie durch oder über jeden Körper gehen zu laſſen, den man in die zwiſchen beyden Seiten der Flaſchen gemachte Verbindung gebracht hat. In vielen Fällen iſt auch der gemeine in der Figur mit vorgeſtellte Auslader dazu hinreichend.

Durch den Schlag einer ſtarken Batterie werden Dräthe von 2—3 Zoll Dicke glühend gemacht, Dräthe von $\frac{1}{50}$ Zoll Dicke in Klümpchen geſchmolzen und zum Theil in Dämpfe aufgelöſet, durch Gewichte geſpannte Dräthe verlängert, durch ein Buch Papier oder ein Spiel Karten Löcher geſchlagen, wobey jedes Blatt von der Mitte aus durchbohrt wird, daß ſich die Ränder des Lochs gegen die

anliegenden Blätter herausbeugen, als ob der Schlag aus jeden Blattes Mitte ausgebrochen wäre. Man kan dadurch Thiere tödten, ſtählerne Nadeln magnetiſch machen, Magnetnadeln ihre Polarität benehmen, oder bisweilen ihre Pole umkehren, ein Metallblättchen, das zwiſchen zwo Glasplatten zuſammengedrückt wird, ſo ins Glas einſchmelzen, daß es weder durch mechaniſche noch durch chymiſche Mittel von demſelben getrennt werden kan, und überhaupt die ſtärkſten Wirkungen der Elektricität hervorbringen.

Die Wirkungen einer Batterie werden noch anſehnlich verſtärkt, wenn die zur Entladung dienende Verbindung hin und wieder durch unvollkommne Leiter unterbrochen wird, z. B. durch Stücke trocknen Holzes, durch Glasröhren oder Oefnungen in Glasplatten, die man inwendig durch einige Tropfen Waſſer feucht erhält u. ſ. w.

Cavallo vollſtändige Abhdl. von der Elektricität, II. Th. 3 und 11 Cap.

Adams Verſuch über die Elektricität, aus dem Engl. Leipzig 1785. gr. 8. Cap. 8.

Beatification, Apotheoſis electrica, *Beatification*. Wenn man einen auf Glas oder Pech iſolirten Menſchen mit einer ſtarken Elektriſirmaſchine verbindet, und ſein Haupt mit metalliſchen Spitzen umringt, ſo bildet das Ausſtrömen derſelben im Dunkeln eine leuchtende Glorie. Dieſen angenehmen, übrigens aber leicht zu erklärenden Verſuch nannte ſein Erfinder, Georg Matthias Boſe, Prof. zu Wittenberg, die elektriſche Beatification oder Apotheoſe.

Boſe hatte Beſchreibungen dieſes Verſuchs nach England und Frankreich geſandt, in welchen der Umſtand, daß er einen Helm mit metalliſchen Spitzen hiebey gebrauche, verſchwiegen war. Man verſtand ihn natürlich ſo, als ob das Ausſtrömen von ſelbſt erfolgen ſollte, und ließ ſich dadurch zu vielen koſtbaren und doch fruchtloſen Verſuchen verleiten, bis er ſich endlich gegen Watſon deutlicher darüber erklärte, da man denn fand, daß die ſo geheimnißvoll behandelte Sache auf das längſt bekannte

Ausſtrömen der Elektricität aus metallnen Spitzen hinauslaufe. Poncelet (La nature dans la formation du tonnere, Paris 1766. 8.) will doch an einem Menſchen mit kurzen Haaren die Beatification ohne metallene Spitzen bewirkt haben.

Prieſtley Geſch. der Elektricität, überſ. v. Krünitz, Berlin u. Stralſ. 1772. 4. S. 101.

Bedeckungen der Geſtirne, Occultationes, *Occultations*. So heißen in der Sternkunde diejenigen Himmelsbegebenheiten, bey welchen ein Geſtirn durch das Vortreten eines andern unſern Augen ganz oder zum Theil entzogen wird. Sonnenfinſterniſſe ſind Bedeckungen der Sonne durch den Mond. Ueberhaupt verurſacht der Mond wegen ſeiner beträchtlichen ſcheinbaren Größe und ſeines ſchnellen Laufs die meiſten Bedeckungen der Planeten und der im Thierkreiſe ſtehenden Fixſterne. Bedeckungen der Planeten unter einander ſelbſt ſind von äußerſter Seltenheit, und diejenigen, welche von ältern Aſtronomen, z. B. Kepler (Aſtron. pars optica, p. 305.), angeführt werden, fallen vor die Zeiten der Entdeckung des Fernrohrs, und ſind allem Vermuthen nach nur nahe Zuſammenkünfte geweſen. Man hat ſonſt die Ordnung der Weltkörper aus ihnen gefolgert, z. B. daß Mars uns näher als Jupiter ſey, weil jener dieſen bedeckt habe u. ſ. w. Aber es würde um unſere Kenntniſſe von dieſer Ordnung ſchlecht ſtehen, wenn ſie ſich blos auf dieſe Beobachtungen gründeten; da das bloße Auge kaum hätte entſcheiden können, ob Mars den Jupiter oder dieſer jenen bedecke. Eine wirkliche Bedeckung des Merkurs durch die Venus ward den 17 May 1737 beobachtet (Phil. Trans. no. 450.).

Die Bedeckungen der Fixſterne und Planeten durch den Mond werden von den Aſtronomen ſorgfältig beobachtet, und zu genauern Beſtimmungen des Mondlaufs und der geographiſchen Lage der Beobachtungsorte genützt.

Bedeckungen, der Gläſer in optiſchen Werkzeugen, ſ. Blendung.

Belegung, ſ. Flaſche, geladene.

Beobachtung, Obſervatio, *Obſervation.* Erfahrungen, welche wir vermittelſt unſerer Sinne an den Körpern anſtellen, heißen Beobachtungen, wenn wir dabey die Körper nur blos in dem Zuſtande betrachten, in welchem ſie ſich von ſelbſt und ohne unſer Zuthun befinden. Verſetzen wir ſie in einen andern Zuſtand, um zu ſehen, wie ſie ſich dabey verhalten werden, ſo heißen ſolche Unternehmungen **Verſuche**. So iſt die Wahrnehmung, daß die Körper drücken oder ſchwer ſind, eine Beobachtung; die Wahrnehmung, daß ſie, unter Waſſer verſenkt, weniger drücken, ein Verſuch.

Auf unſern Erfahrungen über die Körper, alſo auf Beobachtungen und Verſuchen beruht alles, was wir von ihnen wiſſen, ſ. Erfahrung. Die Kunſt, Beobachtungen anzuſtellen, zu beſchreiben und gehörig zu gebrauchen, iſt daher für den Naturforſcher äußerſt wichtig. Sie hat zum Endzwecke, die Eigenſchaften und Wirkungen der Körper, ſo wie ſie ſich in der Natur ſelbſt darſtellen, genau zu bemerken, und ihre Verhältniſſe zu erfahren, damit man nachher von dem Verhältniſſe und der Beſchaffenheit der Wirkungen auf das Verhältniß und die Natur der Urſachen ſo ſicher, als möglich, ſchließen könne.

Obgleich dem Experimentator ein unendlich weiteres Feld, als dem bloßen Beobachter, offen ſteht, ſo iſt doch nicht zu läugnen, daß die Beobachtungen in vielen Stükken entſchiedne Vorzüge vor den Verſuchen voraus haben. Der Beobachter ſieht die Wirkungen der Natur ſelbſt, der Experimentator nur das Reſultat ſeiner Verbindungen; die Beobachtung entdeckt die Wahrheit durch bekannte Mittel, der Verſuch ſpürt ihr oft durch Mittel nach, deren Wirkſamkeit unbekannt oder zweydeutig iſt. Die Methode der Beobachtung iſt leichter und einfacher, als die der Verſuche, und oft klärt ſich eine Wirkung, an ſich unterſucht, weit beſſer auf, als wenn man ſie künſtlich mit andern verbindet, aus welchen man ſie nachher wieder herauswickeln muß. Vielleicht hätten die Phyſiker, wenn ſie ſich mehr auf einfache Beobachtung eingeſchränkt hätten, weniger

Kunſtwörter, aber deſto mehr Sachen gelernt. Uebel angeſtellte Verſuche haben oft die lächerlichſten Syſteme erzeugt; aber durch die Beobachtung geleitet, entdeckte Newton ſeine erhabnen Theorien. Oft ſind Begriffe, die man aus Verſuchen erlangt, unvollkommen, ſtehen im Verhältniſſe mit den getroffenen Veranſtaltungen, und hängen von den Kenntniſſen deſſen ab, der die Verſuche erſonnen hat. Endlich iſt es faſt immer mißlich, nach den im Kleinen angeſtellten Verſuchen die großen Wirkungen der Natur zu beurtheilen, und was die Natur wirklich thut oder hervorbringt, wird man nie anders, als auf dem Wege der Beobachtung finden. Man muß aber nie vergeſſen, daß Beobachten und Experimentiren beyde nothwendig ſind, um das, was die Erfahrung überhaupt lehren kan, vollſtändig zu machen. Die Beobachtung läßt Lücken, welche die Verſuche ausfüllen müſſen, und die Verſuche lehren Sätze, die nur dann erſt gewiß werden, wenn ſie die Vergleichung mit den Beobachtungen aushalten.

Die Eigenſchaften eines guten Beobachters hat Senebier im erſten Theile ſeines unten angeführten Werks aus einander geſetzt. Er erfordert von ihm hauptſächlich Genie und wiſſenſchaftliche Kenntniſſe, aber auch einen hinlänglichen Grad von philoſophiſchem Scepticismus, der ihn theils gegen das allzugroße Vertrauen auf ſich ſelbſt wafne, welches Genie und Gelehrſamkeit ſo leicht einzuflößen pflegen, theils auch ihn abhalte, ſich durch irgend ein Vorurtheil des Anſehens ꝛc. blenden zu laſſen. Er muß insbeſondere ein Kenner der Mathematik, und durch ſie an feſte Verbindung von Begriffen und Schlüſſen gewöhnt ſeyn; er muß die Verhältniſſe in den beobachteten Gegenſtänden genau zu beſtimmen wiſſen, obgleich oft die allzufrühe Anwendung mathematiſcher Berechnung auf Grundſätze, die noch nicht genug geprüft ſind, ſchädlich ſeyn kan, indem der getäuſchte Mathematiker den Irrthum durch den verführeriſchen Schein der Wahrheit nur noch mehr befeſtiget. Die Berechnung nützt nur dann, wenn die genaue Beobachtung nicht nur die Data hergiebt, ſondern auch die Reſultate bekräftiget. Endlich muß der Beobachter in

allen den wichtigen kleinen Umſtänden erfahren ſeyn, welche mit der Materie, die ihn beſchäftiget, mit den Werkzeugen und der beſondern Behandlung derſelben in Verbindung ſtehen, und ſich durch Uebung und Wiederholung der guten Beobachtungen großer Männer eine praktiſche Geſchicklichkeit im Beobachten erworben haben. Weder allzulebhafte, noch allzuträge Köpfe können vorzüglichen Anſpruch auf Talente zur Beobachtung machen. Jene ſehen alles mit einem Blicke, und halten für handgreiflich, was kaum wahrſcheinlich iſt; dieſe verlieren Zeit und Gelegenheit über allzulangen Zweifeln, trauen ihren eignen Wahrnehmungen nicht, fürchten die Mühe, und können beſſer Schiedsrichter bey fremden Beobachtungen, als ſelbſt Beobachter ſeyn.

Beym Beobachten ſelbſt muß man ſich den Weg durch eine gute Methode zu verkürzen ſuchen, große und zuſammengeſetzte Gegenſtände in Theile zerlegen, und unter dieſen diejenigen auszuwählen wiſſen, an deren Ergründung das meiſte gelegen iſt. So verfuhr Newton bey ſeinen Beobachtungen über das Licht, wobey er bald die verſchiedne Brechbarkeit der Stralen für den Umſtand erkannte, der der Unterſuchung vor andern würdig ſey. Eine gute Methode führt oft zu Entdeckungen, die man ſonſt nicht gemacht hätte, leitet auf die Mittel, das zu erkennen, was man ſucht, und ſichert für der Gefahr, etwas Wichtiges zu überſehen. Die beſten Beobachter haben ſich im Anfange ihrer Unterſuchungen methodiſch geordnete Fragen vorgelegt, und nach dieſen den Plan zu ihren Beobachtungen entworfen.

Der Beobachter muß ferner die Beſchaffenheit ſeiner ſinnlichen Werkzeuge, z. B. die Güte ſeiner Augen, die Entfernung, in der er deutlich ſieht ꝛc. genau kennen, ſo wie die Mittel, ſie auf die vortheilhafteſte Art zu brauchen, die günſtigſten Zeitpunkte für dieſelben, und die Hinderniſſe, die ihrer Vollkommenheit entgegenſtehen. Das Zeugniß gut beſchaffener und geübter Sinne führt ſelten in Irrthum, wenn anders der Beobachter die Theorie des Sinns wohl kennt, und weiß, wie er über die Empfin-

bungen, die er durch ihn erhält, richtig urtheilen ſoll. Noch mehr Stärke erhält das Zeugniß der Sinne, wenn mehrere Perſonen zugleich das Nemliche beobachten. Viele Stoffe laſſen ſich auch durch mehrere Sinne empfinden, ſo wie z. B. die Elektricität auf Geſicht, Gehör, Gefühl und Geruch zugleich wirken kan. Die meiſten und wichtigſten Beobachtungen aber werden allerdings durch das Geſicht angeſtellt.

Der Unvollkommenheit der Sinne müſſen die **Werkzeuge** zu Hülfe kommen. Dieſe verſtärken entweder die Sinne, wie die Fernröhre und Vergrößerungsgläſer, oder ſie meſſen Größen ab, von welchen uns die Sinne nur dunkle und unbeſtimmte Begriffe geben, wie die Winkelmeſſer, Quadranten, Penduln, Uhren, Barometer, Thermometer u. ſ. w. Die Werkzeuge des Beobachters müſſen ſo gut und vollkommen, als möglich, ſeyn; ſchlechte Werkzeuge widerſprechen der Natur, und ſtürzen in deſto gefährlichere Irrthümer, je mehr man ihnen trauet. Man muß daher ſeine Werkzeuge aufs genauſte zu kennen, und den Gebrauch, den man von ihnen macht, nach dieſer Kenntniß einzurichten ſuchen. Auch beſchreiben gute Beobachter, um Vertrauen in ihre Wahrnehmungen einzuflößen, ihre Werkzeuge bis auf den kleinſten Umſtand. Es iſt aber unmöglich, ſelbſt bey dem beſten Werkzeuge die vollkommenſte Schärfe zu erreichen, oder die gleiche Erſcheinung mehrmal mit ebendemſelben Werkzeuge auf völlig gleiche Art zu beobachten und abzumeſſen. Aus dieſem Grunde iſt es höchſt nöthig, wenigſtens die Grenzen der möglichen Fehler, und den Grad der Zuverläſſigkeit, den man einem aus mehrern Beobachtungen gezognen Reſultate zuſchreiben kan, zu beſtimmen. **Lambert** (Beyträge zum Gebrauche der Math. Th. I. Berlin, 1760. 8.) hat in dieſer Abſicht eine ſehr ſcharfſinnige **Theorie der Zuverläſſigkeit der Beobachtungen und Verſuche** entworfen, und auf eine ziemliche Anzahl merkwürdiger Beyſpiele angewendet. Da es endlich Beobachtungen giebt, die an verſchiednen Orten mit ähnlichen Werkzeugen wiederholt werden müſſen, ſo iſt es ſehr wichtig, ſolche Werkzeuge

auf eine übereinſtimmende Art zu verfertigen, damit die mit ihnen angeſtellten Beobachtungen ſich ſicher mit einander vergleichen laſſen. Man nennt ſolche Werkzeuge, die gleichſam alle einerley Sprache führen, übereinſtimmende (*comparables*). Die Herren de Lüc und de Sauſſüre haben ſich bemüht, eine ſolche allgemeine Uebereinſtimmung in die Thermometer, Barometer und Hygrometer zu bringen. Es iſt endlich dem Beobachter zu beſſerer Kenntniß und Behandlung ſeiner Werkzeuge ungemein vortheilhaft, ſelbſt Künſtler zu ſeyn, ſo wie Leeuwenhoek ſelbſt Glasſchleifer, Nollet ſelbſt Glasſchmelzer und Drechsler war.

Der Beobachter muß eine Geſchicklichkeit beſitzen, das, was anfangs die Sinne zu fliehen ſcheint, durch neue Mittel der Beobachtung zu unterwerfen, worinn es beſonders die Beobachter und Zergliederer der Inſekten, Swammerdam, Malpighi, Leeuwenhoek, Reaumür, Trembley, Bonnet ꝛc. ſehr weit gebracht haben. Er muß damit eine unermüdete Gedult verbinden, um jeder Beobachtung die nöthige Zeit zu ſchenken, jeden Gegenſtand von allen Seiten zu betrachten, nichts aufzugeben, was nicht im erſten Augenblicke gelingt, und die Beobachtungen gehörig zu wiederholen und zu verändern. Vorzüglich aber iſt ihm eine anhaltende und angeſtrengte Aufmerkſamkeit nöthig. Dieſe macht ihn ſcharfſichtig und genau, lehrt ihn die nöthigen Vorſichtsregeln und Vorbereitungen, läßt ihn durch Wiederholung oder Abänderung ſeiner Beobachtungen ſich ſtärker von der Güte und Richtigkeit derſelben verſichern, und giebt ihm die Mittel an die Hand, ſie ganz zu erſchöpfen und auf mannigfaltige Art zu beſtätigen. Mit einer ſolchen Aufmerkſamkeit hat Newton den Lichtſtral behandelt, den er auf vielfältige Art zerlegt und wieder zuſammenſetzt, den er nicht eher verläßt, als bis er die Nachwelt von allem unterrichtet hat, was man hoffen kan, davon zu erfahren.

Die Bekanntmachung ſeiner Entdeckungen wird der wahrheitliebende Beobachter ſo lang aufſchieben, als er noch hoffen kan, ſie vollkommner zu machen, ſo wie

Trembley ſeine Polypen ſchon ſeit vierthalb Jahren kannte, als er ihre Geſchichte herausgab. Dann aber wird er nicht nur die Entdeckungen ſelbſt, ſondern auch die Mittel, wodurch er zu denſelben gelangt iſt, ohne Zurückhaltung eröfnen. Dies iſt nothwendig, da kleine Unterſchiede in der Art zu verfahren oft große Abweichungen in den Reſultaten veranlaſſen. Er wird auch aufrichtig angeben, was er gut, und was er mit minderer Zuverläſſigkeit wahrgenommen habe. Er wird ſeine Wahrnehmungen mit allen nöthigen Beweiſen verſehen, ihre beſondern Umſtände zeigen, und alle Urſachen des Zweifels wegnehmen. Er wird nicht alle Beobachtungen ohne Unterſchied anführen, ſondern aus der Menge derſelben diejenigen auswählen, welche die entdeckte Wahrheit am beſten und leichteſten enthüllen. Er wird endlich Ordnung und Methode in ſeinen Vortrag legen, damit man die Verbindung der Beobachtungen unter einander, und das Licht, das eine auf die andere wirft, beſſer überſehe. Newtons Vortrag ſeiner Beobachtungen und Verſuche über das Licht und die Farben (Philoſ. Trans. num. 80—128. Abhandlungen zur Naturgeſchichte, Phyſik und Oekonomie, aus den Philoſophiſchen Transact. Leipz. 1779. gr. 4. Th. I. S. 192—228.) iſt ein ſchönes Beyſpiel hievon, und doch ſehr verſchieden von dem ſyſtematiſchen Vortrage eben dieſer Entdeckungen in ſeiner Optik, wo die Abſicht eine ganz andere iſt.

Ueber die Kunſt zu beobachten hat zuerſt der Kanzler Baco in ſeinen Werken De interpretatione naturae und De augmentis ſcientiarum einige vortrefliche Vorſchriften gegeben. In der Folge hat man wenig oder gar nicht darüber geſchrieben, obgleich verſchiedene große Naturforſcher vortrefliche Muſter der Beobachtungskunſt in ihren Schriften aufgeſtellt hatten. Lambert hat in ſeinem neuen Organon einige hieher gehörige Bruchſtücke mit dem ihm gewöhnlichen tief eindringenden Scharfſinne behandelt. Die holländiſche Societät der Wiſſenſchaften zu Harlem ſetzte im J. 1770 einen Preis auf die beſte Abhandlung über die Beobachtungskunſt, welchen eine Schrift

des Herrn **Carrard** erhalten hat. Herr **Senebier**, der dabey das Acceſſit erhielt, ward dadurch veranlaſſet, ſeine Schrift vollſtändiger auszuarbeiten, und ſie unter dem Titul: L'art d'obſerver, zu Genf 1775. II. Th. gr. 8. herauszugeben. Ich habe in dieſem Artikel dasjenige, was aus dieſem Werke eigentlich hieher gehört, in einen kurzen Auszug gebracht. Auch das allgemein bekannte Zimmermanniſche Werke über die Erfahrung in der Arzneykunſt enthält vortrefliche Bemerkungen, welche für den Beobachter der Natur überhaupt ſehr brauchbar ſind.

Die Kunſt zu beobachten, von **Johann Senebier**, aus dem Frz. überſ. von **J. F. Gmelin**. Leipzig 1776. II. B. 8.

Berge, Montes, *Montagnes*. So heißen die beträchtlichern Erhöhungen auf der Oberfläche der Erdkugel. Kleinere Erhöhungen führen den Namen der **Hügel** oder **Anhöhen**. Selten finden ſich einzelne Berge, und nie beträchtliche, auf ganz ebnem Lande; meiſtens liegen mehrere Berge zuſammen, und bilden **Gebirge**, welche, wenn ſie ſich in langen Reihen fortſtrecken, **Bergreihen**, **Bergketten** genannt werden. Von den Hauptreihen der Berge laufen insgemein kleinere Reihen ſeitwärts, als Zweige, aus. Die Hauptgebirge ſtehen faſt über die ganze Oberfläche der Erde in ununterbrochener Verbindung; vielleicht ſelbſt unter dem Waſſer des Meeres, wie denn die Inſeln, als die Gipfel der unter dem Meere befindlichen Berge, ebenfalls in ſolchen Sammlungen und Reihen liegen, dergleichen auf dem Trocknen die Gebirge und Bergketten ſind.

Die Oberfläche der Erde iſt überhaupt äußerſt ungleich; bald ſteigt ſie mehr oder weniger ſchnell in die Höhe, bald ſenkt ſie ſich, und bildet Thäler, bald lauft ſie in weit ausgeſtreckten Plänen fort. Die Seeküſten ſind die niedrigſten Theile des feſten Landes, ſo wie insgemein der mittlere Theil eines Stücks vom Trocknen am höchſten zu liegen pflegt. Der Lauf der Flüſſe zeigt die höchſten Stellen eines jeden Landes deutlich an. So liegt die **Schweiz** in Europa am höchſten; denn aus der Gegend des Gotthards entſpringen Gewäſſer, welche nach allen Seiten aus

durch den Po und die Rhone ins mittelländiſche, durch die Donau ins ſchwarze Meer, und durch den Rhein in die Nordſee laufen. Aber auch kleinere Theile der Erdfläche haben ihre Haupthöhen. So giebt eine Gegend von **Bourgogne** durch die Seine, Loire und Rhone Waſſer in die Nordſee, in das atlantiſche und mittelländiſche Meer. Solche Stellen, welche das Waſſer nach vielen Seiten austheilen, heißen überhaupt **Landhöhen**, oder wenn ſie ſich in weite Flächen ausdehnen, **Platformen**, und wenn ſie ſich anſehnlich nach einer oder der andern Richtung erſtrecken, **Landrücken** oder **Bergrücken**.

Unter den merkwürdigſten Bergketten der Erdkugel erwähnt **Bergmann** (Phyſikal. Beſchreibung der Erdkugel. I. B. 2 Abth. 4. Cap.) zuerſt diejenigen, welche unter dem Namen des **Sewoberg-Rückens** Schweden von Norwegen und einem Theile von Rußland ſcheidet, ſich mit verſchiednen andern Landrücken vereiniget, und vom weißen Meere theils oſtwärts bis zur Mündung des Fluſſes Ob fortläuft, theils, wenigſtens muthmaßlich, ſich ſüdwärts bis zum Wolgaſtrom wendet, und von da aus oſtſüdoſtwärts zwiſchen Sibirien und der großen Tatarey fortläuft, bis ſie ſich endlich nordwärts von Turkeſtan in zuſammenhängende Hügel verwandelt. **Pallas** (Obſervations ſur la formation des montagnes, Petersb. 1777. 4.) beſchreibt eben dieſe Bergkette unter dem Namen der **uraliſchen Gebirge**, und bemerkt, daß ein Theil derſelben von **Strahlenberg** mit Recht für die natürliche Grenze zwiſchen Europa und Aſien angenommen worden ſey. Ein hievon ins Meer auslaufender Arm macht Nova Semlja aus.

Ein zweytes Syſtem von Bergen geht nach **Pallas** von den Gegenden des nördlichen Indiens, Tibet und Caſchemir aus, welche Reiche das höchſte Platform des mittäglichen Aſiens ausmachen. Die von hier auslaufenden Bergketten durchſtreichen abendwärts Perſien, gegen Mittag die beyden Halbinſeln von Indien, und gegen Morgen Sina.

Im nördlichen Aſien iſt die größte Landhöhe bey dem Gebirge Boghdo, der Grenze zwiſchen den Kalmucken und Mongolen. Von dieſem geht eine Kette unter dem Namen Muſſart nach Süden bis Tibet; eine zweyte unter dem Namen Alak erſtreckt ſich weſtwärts zwiſchen die Wüſten der freyen Tatarn und die Bucharey, hängt mit dem Ende der uraliſchen Berge und dem großen Berge (Ulu-tau) der wüſten Tatarey zuſammen, und verliert ſich gegen Perſien; eine dritte, mit Namen Khanghai, läuft gegen Morgen in die Mongaley, biegt ſich endlich um, und bildet Corea und die Klippen und Inſeln gegen Japan; die vierte und vornehmſte macht die altaiſchen Gebirge aus, welche die Grenze von Sibirien vom Irtycz bis an den Amur bilden, und die ergiebigen ruſſiſchen Bergwerke enthalten. Die ganze Pläne zwiſchen den beyden letztern Ketten, die ſogenannte Wüſte Gobea oder Cha-mo nebſt einem Theile der mongaliſchen Plänen, iſt eines der höchſten Platformen der Erdfläche. Beyde Ketten vereinigen ſich, nachdem ſie dieſes Platform umringt haben, wieder, und laufen nordwärts bis in das Eismeer fort. Die Nebenzweige aller dieſer Ketten ſind unzählbar.

Eine andere der höchſten aſiatiſchen Bergſpitzen iſt der Caucaſus, welcher den Raum zwiſchen dem caſpiſchen und ſchwarzen Meere einnimmt. Vielleicht hängt er durch Gebirge, welche Perſien durchſchneiden, mit einer der vorerwähnten Ketten zuſammen. Er ſelbſt ſendet Zweige durch Kleinaſien bis nach Arabien, wozu der Taurus, Sinai, Libanon gehören, und um das caſpiſche und ſchwarze Meer bis nach Europa, wo ſie von Macedonien aus unter verſchiedenen Namen fortlaufen. Das carpatiſche Gebirge läuft vom ſchwarzen Meere zwiſchen der Wallachey, Moldau, Siebenbürgen, Schleſien und Polen fort. Das ſudetiſche geht durch Oeſterreich zwiſchen Böhmen und Schleſien fort, und ſendet nord- und weſtwärts Zweige nach Meißen und Voigtland. Das hercyniſche geht in vielen Windungen mitten durch Deutſchland. Die hohen Alpen ſcheiden Mayland und die Schweiz, und er-

ſtrecken ſich in der letztern bis zum St. Gotthard. Von hier bis zum Bernhard heißen ſie penniniſche, von da bis an den Mont - Cenis griechiſche, alsdann bis zum Monte-viſo cottiſche, und endlich bis Monaco Seealpen. Das apenniniſche Gebirge läuft von den Seealpen auf der genueſiſchen Küſte durch ganz Italien bis Reggio fort, und reicht vermuthlich durch Sicilien und unter dem Meere bis an die africaniſchen Berge. Die rhätiſchen Alpen gehen zwiſchen Mayland und Graubündnerland, die tridentiniſchen zwiſchen Tyrol und dem venetianiſchen Gebiete, die noriſchen zwiſchen dieſem und Salzburg, die kärnthner zwiſchen Kärnthen, Krain, Friaul und Iſtrien. Das pyrenäiſche Gebirge ſcheidet Frankreich von Spanien, und iſt ein Zweig von ebendemſelben Stamme.

In Afrika läuft der Atlas von Oſten nach Weſten. Der große Atlas, der vermuthlich mit den arabiſchen Bergen zuſammenhängt, geht durch Egypten, und ſcheidet die Barbarey von Bilidulgerid; der kleinere geht von Tunis bis Gibraltar. Auch ſtreicht an beyden Seiten des Nils eine Bergkette, welche aus den innern wenig bekannten Theilen von Afrika kömmt, und mit den daſelbſt befindlichen Mondbergen zuſammenhängt.

In Amerika laufen die berühmten Cordelieren (Cordilleras) nach der Richtung der weſtlichen Küſte von Chili und Peru. An dieſer Küſte findet man zuerſt eine etwa 8 Meilen breite Pläne, hierauf folgen etwa doppelt ſo breit abwechſelnde Hügel und Thäler (Sierras), und endlich etwa 16 Meilen breit die höchſten und ſteilſten Berge (Andes), welche ſich oſtwärts ganz ſanft gegen unermeßliche von den größten Flüſſen durchſtrömte Ebnen niederſenken. Dieſe Gebirge ſind die höchſten, die man bisher kennt. Von Cuenza bis Popaya iſt dieſe Bergreihe doppelt, und bildet zwiſchen ſich das 70 Meilen lange nnd 2—3 Meilen breite Thal oder Platform, worinn Quito liegt, und welches das höchſte auf der Erde iſt. Andere Bergrücken im ſüdlichen Amerika ſtehen mit dieſer Hauptkette in Verbindung, welche durch die Landenge Panama immer an der weſtlichen Küſte von Nordamerika fortläuft,

und verſchiedene Zweige ausſendet, am Ende aber allem Vermuthen nach mit den aſiatiſchen Bergſyſtemen zuſammenhängt.

So ſcheinen die großen Bergketten der Erdfläche durchgängig zuſammenzuhängen, und ihre Verbindung ſelbſt unter dem Meere fortzuſetzen. Sie ſind nach dem Ausdrucke einiger Naturforſcher das Geripp, welches der Erdrinde Feſtigkeit und Zuſammenhang giebt. Schon **Plinius** (Hiſt. nat. XXXVI. 1.) äußert dieſen Gedanken. Eine Bergkarte von **Buache** (Mém. de Paris 1752.) ſtellt ihren Gang auf eine ſehr erläuternde Art dar, bedarf aber vieler Verbeſſerungen aus neuern Nachrichten. **Lehmann** (Specimen orographiae generalis, Petrop. 1762. 4.) und **Gatterers** neuere Bergkarte geben genauere Vorſtellungen. **Buffon** (Hiſt. nat. der Ausg. in 3. Vol. II. p. 17.) läßt die Richtung der Hauptreihen in Amerika von Norden nach Süden, in der alten Welt aber von Weſten gen Oſten laufen; ändert dies aber (Suppl. à l' hiſt. nat. To. IX. p. 440.) dahin ab, daß auch in der alten Welt die höchſten Gebirge von Norden nach Süden laufen, und die von andern Richtungen blos Seitenäſte ſeyn ſollen. Der ungenannte Verfaſſer der Bemerkungen über Pallas (Journal de phyſique, May. 1779. überſ. in den Leipziger Sammlungen zur Phyſ. u. Naturg. II. B. 2. St.) nimmt dagegen zwo mit dem Aequator parallele Hauptketten, die eine um den 50ſten Grad nördlicher, die andere um den 25ſten ſüdlicher Breite, an, von welchen hin und wieder Zweige ſowohl gegen den Aequator, als gegen die Pole, auslaufen ſollen. **Pallas** erklärt ſich überhaupt gegen das Daſeyn einer allgemeinen Anordnung in der Richtung der Bergketten, vermöge welcher ſie ſich in Form eines Netzes kreuzen, oder wie die Ribben in einen gemeinſchaftlichen Rückgrat vereinigen ſollen. Solche Vorſtellungen kopiren nach ſeiner Meynung blos die Beſchaffenheit der Länder, in denen ſie erfunden ſind, und machen keinen allgemeinen Plan der Natur aus. Die aſiatiſchen Bergreihen laufen nach ihm von hohen Platformen, als von gemeinſchaftlichen Mittelpunkten, nach verſchiedenen Richtungen aus;

die Geſtalt von Afrika hingegen ſcheint eine ganz andere Anordnung ſeiner Gebirge anzuzeigen.

Bourguet (Mém. ſur la theorie de la terre, bey ſ. Lettres ſur la formation des ſels. Amſt. 1729. 8.) fand in der Geſtalt und Lage der Gebirge eine allgemeine Aehnlichkeit mit Feſtungswerken, wo einwärts gehende und hervorſpringende Winkel in parallelen Linien einander gegenüberſtehen. Eben dies nehmen Bertrand, Buffon und de la Lande an. Allein ſo häufig ſich dieſe Anordnung der Berge in zwo parallele gegenüberſtehende Reihen an manchen Orten finden mag, ſo iſt ſie doch bey weitem nicht allgemein.

Unter der Höhe eines Bergs über einem andern Orte verſteht man eine Linie, welche von ſeinem Gipfel lothrecht herabgefället bis an die fortgeſetzte Horizontalfläche des gedachten Orts reicht. Höhe des Aetna über Catania iſt die lothrechte Linie zwiſchen des Aetna Gipfel und der Horizontalfläche durch Catania. Es iſt kaum nöthig zu erinnern, daß hiebey nicht die ſcheinbare Horizontal-ebne, welche die Fläche der Erdkugel berührt, ſondern die wahre mit der Erdfläche ſelbſt concentriſche Horizontal-fläche verſtanden wird. Gemeiniglich werden die Höhen der Berge über der Meeresfläche angegeben, welches jederzeit anzunehmen iſt, wo nicht ausdrücklich etwas anders erinnert wird. Die Höhen der Berge werden entweder geometriſch durch Abmeſſung einer Standlinie und der nöthigen Winkel, und daraus hergeleitete trigonometriſche Berechnung, oder durch Waſſerwägen, oder vermittelſt des Barometers gefunden. Die beyden erſten Methoden werden in der praktiſchen Meßkunſt erklärt; die dritte gehört zwar eben dahin, es wird aber von ihr, weil ihre Theorie ganz phyſikaliſch iſt, unter dem Artikel: Höhenmeſſungen, barometriſche, gehandelt werden.

Die höchſten der bisher bekannten Berge ſind die amerikaniſchen, unter welchen der Chimboraço, ſo wie unter den europäiſchen der Mont-blanc oder Montagne-maudite in Savoyen die gröſte Höhe hat. Ich theile hier aus einer Abhandlung von Paſumot (Journal de phyſ.

Sept. 1783.) eine Tafel über die Höhen der vornehmſten Berge mit, zu welcher Taf. IV. Fig. 55. eine Abbildung giebt, die auch ohne alle Erklärung deutlich ſeyn wird.

Amerikaniſche Gebirge.

	Toiſen über der Meeresfläche	
Chimboraço -	3220	— Condamine (Meſure des trois premiers degrés du meridien.)
Canambe-orcou -	3030	— ebend.
Antiſana - -	3020	— eb.
Coto-pari - -	2950	— eb.
Coraçon, die größte von Menſchen erſtiegene Höhe	2470	— eb.
Pitchincha - -	2430	— eb.
Die Stadt Quito -	1462	— eb.

Africaniſche.

Pic auf Teneriffa -	2500	— Bouguer
	2070	— P. Feuillee
	1904	— de Verdün, de Borda u. Pingre

Europäiſche.

Mont-blanc -	2447	— Shukburgh
	2446	— de Sauſſure (Voy. dans les alp. T. I.)
Aiguille d'Argentiere -	2094	— ebend.
Corne du midi -	1945	— de Lüc
St. Gotthard - -	1650	— Scheuchzer
Aetna - -	1672	— Needham
	1771	— nach Berechnungen aus Brydone's Beobachtungen (Samml. zur Phyſik und Naturgeſch. I. B. 2 St.).

	Toiſen über der Meeresfläche	
Gletſcher Buet -	1579	— de Sauſſure
Canigou in Rouſſillon -	1442	— Caſſini (Mém. de Paris 1718.)
Spitze beym Kloſter auf dem St. Bernhard -	1274	— de Sauſſure
Das Kloſter ſelbſt -	1241	— Needham
Mont-d'or in Auvergne	1048	— Caſſini
Furka - -	973	— Scheuchzer
Mole bey Genf -	940	— de Sauſſure
Puy-de Dome in Auvergne	817	— Caſſini
Brocken auf dem Harz -	546	— de Lüc
Thal Chamouny -	524	— de Sauſſure
Gipfel des Mont-Cenis -	434	— Needham
Genf -	188	— de Sauſſure
Paris, Saal der Sternwarte	56	— Paſumot.

Um in den bey uns bekannten Maaßen einen Begrif von der Höhe dieſer Berge zu geben, will ich bemerken, daß die Höhe des Chimboraço $\frac{1}{11}$, die des Mont-blanc etwas über $\frac{1}{2}$, die des Aetna etwas über $\frac{1}{3}$ einer churſächſiſchen Meile von 32000 Leipziger Schuhen beträgt.

Dieſe Höhe kömmt gegen den Halbmeſſer der Erde, welcher im Durchſchnitt 3270800 Toiſen angenommen werden kan, in keine ſonderliche Betrachtung. Die Höhe des größten Berges beträgt noch nicht $\frac{1}{1000}$ dieſes Halbmeſſers. Berge und Thäler können alſo der Erde ſo wenig ihre Kugelgeſtalt benehmen, als Ungleichheiten von $\frac{1}{10}$ Lin. die Rundung einer Kugel von 2 Schuh Durchmeſſer ſtören können. Dennoch ziehen große Berge das Bleyloth merklich aus ſeiner Richtung, ſ. Gravitation.

Die äußere Geſtalt der Berge iſt unendlich mannigfaltig. Der Fuß iſt mehrentheils weit ausgebreitet, und der Abhang mit Erde bedeckt, aus welcher bey den höchſten Bergen oben ſteile Klippen hervorſtechen. Wenn dieſe Klippen ſchmal ſind, und mit faſt lothrechten Seiten zu einer Spitze hinaufſteigen, ſo heißen ſolche Berge Nadelberge, Piken oder Aiguillen. Oft bilden die ſteilen

Wände der Berge ungeheure Klüfte oder Durchfahrten, wie die bey Gibraltar zwiſchen den Bergen Calpe und Abyla, die beym Helleſpont und die Thermopylä der Alten, jetzt Bocca di Lupo. Oft ſtrömen Flüſſe oder Bergwaſſer durch ſolche Abgründe, von welchen die Bergrücken queer hindurch zerſchnitten werden. Oben ſind die Berge oft abgerundet, oft in einen ſchmalen langen Rücken, wie die Mole bey Genf, oft in eine weite ebne Fläche, wie der Tafelberg auf dem Cap der guten Hofnung, geendet. Vulkaniſche Berge zeichnen ſich durch eigne Geſtalten aus, ſ. Vulkane.

Die Luft iſt auf den Bergen weit kälter, als an der Erdfläche, wo die unterſte Luftſchicht ſowohl wegen ihrer größern Dichte, als wegen der Nähe des Erdbodens, der die Sonnenſtralen zurückwirft, ſtärker erwärmt wird. Daher ſind die Gipfel der hohen Berge, ſelbſt unter den wärmſten Klimaten, mit beſtändigem Schnee und Eis bedeckt, welches letztere daſelbſt eine blaugrüne Farbe annimmt. Die zwiſchen den Spitzen der Berge befindlichen Thäler und Schluchten, in welchen faſt immerwährender Schatten herrſcht, ſammeln und unterhalten ungeheure Mengen von Schnee und Eis, und vermehren dadurch noch die Kälte der darüberliegenden Luft. Doch liegt dieſe **beſtändige Schneegränze** in der heißen Zone höher, und kömmt deſto tiefer herab, je mehr man ſich den Polen nähert. In Peru geht ſie bis auf eine Höhe von 2434, in den Alpen bis 1500 Toiſen; gegen die Pole zu ſenkt ſie ſich nahe an die Meeresfläche ſelbſt herab, doch machen hiebey locale Urſachen unter verſchiedenen Meridianen mancherley Abänderungen. Die Vegetation erſtreckt ſich vom Fuße der Berge bis nahe an die beſtändige Schneegrenze; in Peru z. B. hört ſie mit der Höhe von 2300 Toiſen auf; auf Spitzbergen und Grönland findet man ſchon auf ebnem Boden Alpengewächſe. Die Bäume und Gewächſe werden in größern Höhen immer unanſehnlicher und niedriger; in gewiſſen Höhen wachſen nur noch Fichten, Tannen und anderes harziges Holz, nebſt den Pflanzen, die in der Botanik Alpengewächſe genannt werden, die höchſten Spitzen

bekleiden ſich nur hin und wieder auf den Flächen mit niedrigem Raſen, und in den Ritzen und Klüften mit Moos. Inzwiſchen nimmt nach den neuſten Bergbeobachtern die Vegetation in den Bergen ſtets zu, und giebt ihren Abhängen und Böſchungen von Zeit zu Zeit eine ſtärkere Befeſtigung, wodurch ſie ſich immer mehr einem bleibenden unveränderlichen Zuſtande nähern.

Man ſtand ſonſt in der falſchen Meynung, daß die dünnere Luft auf den hohen Bergen das Athmen erſchweren müſſe. Schon Bouguer und de la Condamine haben bey ihren Abmeſſungen auf den hohen Gebirgen in Peru dieſe Einbildung ungegründet befunden. Die neuern Bergbeobachter ſprechen vielmehr nie anders, als mit Entzücken von der reinen und heitern Bergluft, die dem Körper gleichſam neues Leben einflöße, und in Verbindung mit der Heiterkeit des Himmels, der Herrlichkeit der Ausſichten, der Größe der Gegenſtände und der tiefen Stille des Schauplatzes die Seele mit einem unbeſchreiblichen Gefühl von Ruhe und Freude erfülle. Doch hat de Sauſſure (Voyages dans les alpes, To. II. p. 517.) durch Proben mit dem Eudiometer die Luft auf den Gipfeln des Buet, St. Bernhard u. ſ. w. nicht ſo rein, als die Luft in Chamouny und andern Alpenthälern gefunden, und glaubt hieraus ſchließen zu dürfen, daß die Luft in den niedrigen Plänen am wenigſten geſund, auf den hohen Bergen zwar etwas geſünder, am reinſten und unverdorbenſten aber in den Thälern ſey, welche 200—300 Toiſen hoch über der Meeresfläche liegen.

Es findet ſich unter den Bergen ſelbſt ſowohl in Abſicht ihrer Höhe und Lage, als auch ihrer innern Beſchaffenheit, ein mannigfaltiger Unterſchied, welchen vorzüglich die neuern Naturforſcher genauer beſtimmt, und zu Unterſtützung ihrer Meynungen über die Entſtehung der Berge und die Geſchichte der Erde angewendet haben. Zwar hat man ſchon längſt die Berge in urſprüngliche und neuere (montes primitivos et recentes) abgetheilt; auch haben die deutſchen Mineralogen und Bergwerksverſtändige ſehr frühzeitig Ganggebirge von Flözgebirgen unterſchie-

den, und den unverkennbaren Urſprung der letztern aus Bodenſätzen des Waſſers wahrgenommen; ſie haben aber dieſe Kenntniß mehr zum beſondern Vortheil des Bergbaues ihrer Länder, als zu allgemeinen kosmologiſchen Folgerungen genützt.

Zur erſten Claſſe der Gebirge gehören diejenigen, welche von den anſehnlichen Bergketten der Erdfläche den Körper ſelbſt ausmachen. Sie erweitern ſich nach unten zu, treffen vermuthlich in der Tiefe zuſammen, und bilden eine um die ganze Erde gehende feſte Schale. Dieſe Berge der erſten Claſſe beſtehen mehrentheils durch und durch aus einer gleichförmigen Materie (einer einfachen Gebirgsart), welche nach allen Richtungen geſpalten werden kan, ob ſie gleich oft wegen ungleicher Farben und Größen ihrer Körner aus vielen parallelen, oft wagrechten, oft ſtark geſtürzten Lagern zuſammengebettet ſcheint. Die vornehmſte und häufigſte Gebirgsart dieſer Claſſe iſt der **Granit**, ein hartes mit dem Stahl Feuer gebendes Geſtein, aus Quarz, Glimmer und Feldſpath zuſammengeſetzt. Aus dieſem Geſtein ſcheinen die Kerne der meiſten Berge zu beſtehen; es macht auch in den Bergwerken die am tiefſten liegende Gebirgsart aus, auf welche Sandſtein, Schiefer und gemengte Geſteine auf verſchiedne Art aufgeſetzt ſcheinen. Der Granit findet ſich in ganzen Maſſen, oft auch in horizontalen geradlinigten oder wellenförmigen Lagern, in denen grobkörnigter mit feinkörnigtem abwechſelt, oder wo durch grobkörnigten Gänge von feinkörnigten, und umgekehrt, durchſetzen. Oft aber beſtehen dieſe Berge der erſten Claſſe auch aus andern Materien, z. B. aus Serpentinſtein, Grauwakken, Verdantico, Gneuß ꝛc. Sie werden von den Naturforſchern **uralte, uranfängliche** oder **urſprüngliche** genannt, von andern **Berge der erſten Ordnung**, weil doch nicht allgemein erwieſen werden könne, daß ſie vom Anfang bey der Schöpfung ſelbſt vorhanden geweſen. In der Lehre vom Bergbau heißen diejenigen, in welchen ſich Metalle und Erze finden, **Ganggebirge**. Gänge nemlich ſind offen geweſene Ritze oder Spaltungen des Geſteins, welche ſich nachher mit den

Gangarten, z. B. Quarz, Spath, Hornſtein u. dgl. ausgefüllt zu haben ſcheinen, und in welchen man die Erze aufzuſuchen hat. Die dergleichen enthalten, werden fündige, die übrigen taube Gänge genannt. In den Bergen erſter Ordnung finden ſich keine Seeprodukte; daher ihre Entſtehung vor dem Daſeyn der Seethiere vorhergegangen zu ſeyn ſcheinet.

Zur zweyten Claſſe der Berge rechnet man diejenigen, welche unverkennbare Spuren einer ſpätern Entſtehung, und vornehmlich einer unter dem Waſſer geſchehenen Bildung an ſich tragen. Dahin gehören hauptſächlich die **Kalk- oder Marmor- und Thonſchiefergebirge.** Sie beſtehen größtentheils aus Schichten oder Lagern, welche völlig wie über einander liegende Bodenſätze des Waſſers geſtaltet und geordnet ſind, und die bis zur Bewunderung häufigen **Seeprodukte**, welche ſich in dieſen Schichten finden, ſetzen ihre Entſtehung unter dem Waſſer außer allen Zweifel. Dergleichen Kalk- und Thongebirge ſcheinen ſowohl die höchſten Granitketten, als auch die niedrigern Zweige des über die Erdfläche hie und da hervorragenden uralten Geſteins überall auf beyden Seiten einzufaſſen und zu begleiten. De Lüc (Briefe über die Geſchichte der Erde und des Menſchen, 38. Brief) beſchreibt eine ſolche Kette von Kalkgebirgen, welche die ſavoyiſchen Alpen unter dem Namen der **Bornans** einfaſſet. Einer von dieſen Bergen, der **Grenier** am ſüdlichen Ufer des Genferſees, hat noch 1300 Toiſen über der Meeresfläche verſteinerte Ammonshörner. Eine andere ſolche Kette von Kalkgebirgen iſt der **Jura**. Auch Pallas (Obſ. ſur la formation des montagnes) beſchreibt dergleichen Kalk- und Thonſchichten, die an den aſiatiſchen Bergketten hinlaufen. Dieſe werden von den Naturforſchern **Berge der zweyten Ordnung**, oder in der Lehre vom Bergbau **Flözgebirge** genannt. Man findet in ihnen die Erze nicht in Gängen, ſondern nur Eiſen und Kupfer in **Flözen** oder Schichten, welche augenſcheinlich nichts anders, als Bodenſätze eines ehemaligen Meeres ſind. Auch findet man in ihnen keine Quarzkryſtallen, wohl aber häufige

Kieße und den Spath, eine kalkartige Kryſtalliſation, welche die Riſſe derſelben und die Höhlungen der darinn begrabnen Seekörper anfüllet. Auch die Kreide liegt in ſolchen Schichten, und enthält häufige Seeprodukte mit ſchwarzem Hornſtein. Andere auch vom Meere gebildete Berge mit häufigen Seeprodukten beſtehen aus Sandſtein, oder lockerm unverbundenen Sande. Wo Berge beyder Ordnungen zuſammenſtoßen, da werden die urſprünglichen jederzeit von denen der zweyten Ordnung, nie aber dieſe von jenen bedeckt — ein unwiderſprechlicher Beweis, daß die der erſten Ordnung die älteren ſind.

Zwiſchen dieſe zwo ſo deutlich unterſchiedene Claſſen fallen aber auch Berge, bey welchen die Charaktere zweydeutig ſind. Dahin gehören die Schiefergebirge, welche ſich bisweilen ohne alle Seeprodukte, oft mit ſenkrecht ſtehenden oder doch ſehr geſtürzten Blättern bis zu den beträchtlichſten Höhen erheben, wie denn der 1579 Toiſen hohe, von de Lüc beſtiegene, Gletſcher Buet ein Schieferberg iſt; bisweilen aber flötzweiſe liegen, und zwiſchen horizontalen oder wenig geneigten Blättern, wie die Kupferſchiefer der Grafſchaft Mannsfeld, häufige Eindrücke von Muſcheln, Fiſchen und Pflanzen enthalten. Die letztern Schiefer ſind offenbar unter dem Waſſer gebildet; von den erſtern läßt ſich zwar nicht entſcheidend behaupten, daß das Waſſer gar keinen Antheil an ihrer Bildung gehabt habe; es muß dies aber wenigſtens auf eine andere Art, als bey jenen, geſchehen ſeyn. Die Schiefergebirge ohne Seekörper ſind zugleich der Hauptſitz der Metalle. Im Granitgebirge ſucht man nie fündige Gänge; häufiger in andern mehr ſchiefrig liegenden Bergarten, z. B. dem Gneuß, wie im ſächſiſchen Erzgebirge, dem Grauwakken, wie auf dem Harz. Herr v. Trebra (Erfahrungen vom Innern der Gebirge, Deſſau u. Leipz. 1785. Fol.) hat neuerlich hierüber vortrefliche Bemerkungen mitgetheilt. Auch der Kalkſtein wird lagerweiſe mitten in uranfänglichen einfachen Gebirgen angetroffen.

Die Menge von verſteinerten Seeprodukten, welche ſich in den Schichten der Berge zweyter Ordnung findet,

iſt bis zum Erſtaunen groß und mannigfaltig. Es giebt ganze Schichten, von welchen unzählige verſteinerte Seemuſcheln den Hauptbeſtandtheil ausmachen. Bald findet man Abdrücke, welche die äußere Muſchelſchale in dem darumliegenden Geſtein zurückgelaſſen hat, bald iſt die innere Höhlung der Muſchel mit dem Geſtein ausgefüllet worden, und die durch die Zeit zerſtörte Schale hat nur den Steinkern, der ſich in ihr formte, zurückgelaſſen. Bey der faſt allzugroßen Anzahl der Petrefactenbeſchreiber kan es Niemandem unbekannt bleiben, wie häufig und mannigfaltig dieſe Verſteinerungen ſind. Man findet viele darunter, deren lebende Originale in den jetzigen Meeren noch unbekannt ſind. Die Originale der Ammonshörner, die verſteinert in unglaublicher Anzahl von 1½ Schuh Durchmeſſer bis zur geringſten kaum bloßen Augen ſichtbaren Größe gefunden werden, der Belemniten u. ſ. w. ſind noch unentdeckt, oder doch nicht zuverläßig bekannt. Pallas vermuthet, daß die Originale zwar da ſeyn, aber in großen Tiefen im Meere leben mögen. Die Terebratuliten ſind in manchen Schichten ſo häufig, wie der Sand ſelbſt, vorhanden; indeſſen ſind ihre lebenden Originale äußerſt ſelten. Dagegen enthält das Meer Conchylien, wie z. B. das Meerohr und die Entenmuſchel, welche ſelten oder gar nicht verſteinert angetroffen werden. Oft findet man die gegrabnen Muſcheln in ungemeinen Entfernungen von den Orten, wo ſich ihre noch lebenden Originale aufhalten. De Lüc fand in England und Italien Verſteinerungen, deren Originale nur in Indien leben. Häufig findet man Nautilen, Auſtern, Kammmuſcheln, Tuten, Schrauben, Fungiten von ungeheuren Größen, da die bekannten Originale viel kleiner ſind. Eben dieſe Verſchiedenheit nimmt man auch in Abſicht auf die Abdrücke der Seepflanzen wahr, die unter der Erde gefunden werden. Buffon (Hiſt. nat. gen. et part. To. I. p. 338.) hat das viele Merkwürdige, was ſich hierüber ſagen läßt, mit der ihm eignen hinreißenden Beredſamkeit vorgetragen.

Niemand wird wohl den unnatürlichen Hypotheſen einiger Schriftſteller, daß dieſe Conchylien durch Menſchen

in die Länder und auf die Berge gebracht worden, daß ſie bloße Spiele der Natur ſeyen, daß die von der Erde mit dem Waſſer eingeſognen Keime der Seethiere in die Berge aufgeſtiegen und daſelbſt entwickelt worden wären u. dgl. beypflichten. Dieſe Conchylien finden ſich ganz und zerbrochen, groß und klein, gruppenweis und einzeln, oft in den Stellungen, die ſie lebend gern annehmen, in der Ordnung, in welcher ſie lebend im Meere neben einander liegen, und ſtets iſt an die Stelle ihrer völlig verzehrten weichen Theile leerer Raum, Stein oder Kryſtalliſation getreten. Sie ſind alſo unläugbare Beweiſe der Bildung der Schichten unter dem Waſſer, und der großen Veränderungen, welche die Erdfläche erlitten hat.

Die Schichten der Berge zweyter Ordnung zeigen viele Verſchiedenheit in Abſicht auf Materie, Mächtigkeit, Ordnung und Stürzung, und es ſcheinen noch nach ihrer Entſtehung hin und wieder beträchtliche Veränderungen in ihnen vorgegangen zu ſeyn. Die Materien, aus welchen ſie beſtehen, ſind hauptſächlich Kalkſteine und Thonſchiefer, welche letztern ſich gemeiniglich unter den Kalkflötzen finden, und die gewöhnlichſte Lagerſtätte der Kieße ſind, ingleichen Steinkohlen. **Lehmann** (Verſuch einer Geſchichte von Flötzgebirgen, Berlin 1756. 8.) giebt als eine allgemeine Regel an, daß die Steinkohlen insgemein unten auf einer Schicht von grobem eiſenſchüßigen Sande, über dieſen die Thonſchiefer, und ganz oben die Kalkflötze und das Steinſalz liegen.

Pallas (Obſ. ſur la formation des montagnes) erwähnt noch eine dritte Claſſe von Bergen, welche neuer als die vom Meere gebildeten Schichten, und auf dieſe aufgeſetzt ſind. Dieſe Berge **der dritten Ordnung** beſtehen größtentheils aus Sandſtein und Mergelſchichten, mit großen Mengen von ſandigen und thonigten Eiſen- und Kupfererzen und Gypsſteinen vermiſcht, welche letztern gemeiniglich Anzeigen von Salzquellen geben. Sie enthalten wenige oder gar keine Seeproducte, dagegen eine große Menge verſteinertes Holz, Abdrücke von Pflanzen und Knochen von Landthieren. Pallas beſchreibt a. a. O. eine

Reihe dieſer Berge, welche an der Weſtſeite der uraliſchen Kette hinläuft, und eine unbeſchreibliche Menge Elephanten- Nashorn- und Büffelknochen, ſo wie das gegrabne Elfenbein (ebur foſſile) enthält, welches in Sibirien einen Handlungszweig ausmacht, und auch in Nordamerika gefunden wird, obgleich die Elephanten ſelbſt nur unter wärmern Himmelsſtrichen wohnen. In den ſtets gefrornen Gegenden der Ufer des Wilui fand man ſogar das Geripp eines Rhinoceros mit noch erhaltener Haut und Ueberbleibſeln von Sehnen und Knorpeln, woraus Pallas ſchließt, daß dieſe Berge und Hügel durch eine ſpätere aus den Wohnplätzen dieſer Thiere hergekommene Ueberſchwemmung entſtanden ſeyen.

Die durch Ausbrüche des unterirdiſchen Feuers gebildeten Berge, Baſalthügel, Traß- und Lavaſtrecken u. dgl. machen noch eine vierte Claſſe aus, von welcher die Artikel: Vulkane und Vulkaniſche Producte, umſtändlichere Nachricht geben werden.

Man wird aus dem Bisherigen leicht wahrnehmen, wie genau die Entſtehung und Bildung der Berge mit der Geſchichte der Erde ſelbſt zuſammenhänge. In der That ſind die Berge die vornehmſten Denkmäler und Urkunden, aus welchen wir über die Veränderungen der Erdfläche Unterricht erhalten, und die Revolutionen, durch welche unſer Wohnplatz in ſeinen gegenwärtigen Zuſtand übergegangen iſt, einigermaßen errathen können. Freylich iſt die Sprache dieſer Urkunden nicht überall gleich deutlich, und die Erklärungen ihrer Ausleger weichen oft beträchtlich von einander ab. Ich könnte hier ſehr viele Meynungen über die Entſtehung der Berge anführen; da ſie aber alle zugleich Hypotheſen über die Geſchichte der Erde enthalten, ſo werde ich ſie, um einer Wiederholung auszuweichen, bey dem Worte: Erdkugel, vortragen.

Der Nutzen der Berge iſt ſehr mannigfaltig, und für die ganze Oekonomie der Natur auf der Erdfläche von äußerſter Wichtigkeit. Bertrand hat dies in einer eignen Schrift (Eſſai ſur les uſages des montagnes, Zuric. 1754. 8.) ausgeführt. Sie dienen nicht nur zur Zierde der Erde

und zum Vergnügen ihrer Bewohner; ſie befeſtigen und halten auch die Rinde derſelben, vergrößern die Fläche und den bewohnbaren Raum, vermehren die Mannigfaltigkeit der Producte durch die ihnen eignen Thiere und Gewächſe; ſie ſind die Lagerſtätte der Metalle und mehrerer nutzbaren Mineralien, ſcheiden die Länder und Völker als natürliche Grenzen, und halten Winde und Sonnenſtralen von manchen Gegenden ab, indem ſie ſie auf andere zurückwerfen. Sie ſind endlich die großen Behälter, aus welchen die nie verſiegenden Quellen der Bäche und Flüſſe entſpringen. Schon dies allein macht ſie für die Menſchen unentbehrlich, und zeigt, mit welcher bewundernswürdigen Weisheit und Güte der ganze Bau der Erde zum Beſten ihrer Bewohner veranſtaltet ſey.

Torbern Bergmann phyſikaliſche Beſchreibung der Erdkugel, a. d. Schwed. überſ. v. **Röhl**, 2te Aufl. Greifsw. 1780. 8.

G. S. Pallas Obſervations ſur la formation des montagnes, à St. Petersbourg. 1777. 4. überſetzt in den Leipziger Sammlungen zur Phyſik und Naturgeſch. I. B. 2. St.

I. A. de Luc Lettres phyſiques et morales ſur l'hiſtoire de la terre et de l'homme, à la Haye 1779. To. V. gr. 8. mit einer Abkürzung überſetzt: **de Lüc** phyſikaliſche und moraliſche Briefe über die Geſchichte der Erde und des Menſchen, Leipz. 1781. II. B. 8. 37. 38. Brief.

Berge, feuerſpeyende, ſ. Vulkane.

Beſchleunigende Kraft, ſ. Kraft.

Beſchleunigte Bewegung, ſ. Bewegung.

Beſchleunigung, Acceleratio, *Acceleration.* Das Zunehmen der Geſchwindigkeit, mit welcher ſich ein Körper bewegt. Da die Größe der Geſchwindigkeit von dem Raume abhängt, den ein Körper in einer gewiſſen Zeit zurücklegt, ſo findet eine Beſchleunigung ſtatt, wenn bewegte Körper, in gleichen auf einander folgenden Zeiträumen, immer größere Räume zurücklegen. So fällt ein ſchwerer Körper auf der Erdfläche in jedem folgenden Zeittheile weiter, als im vorhergehenden; in der erſten Secunde beyläufig durch 15, in der zweyten durch 45, in der dritten 75 Schuh u. ſ. f.

Nimmt hiebey die Geſchwindigkeit ſo zu, daß ſie in gleichen Zeiträumen gleiche Zuſätze erhält, ſo heißt die Beſchleunigung gleichförmig (uniformis, aequabilis); ſind aber die in gleichen Zeiträumen erhaltenen Vermehrungen der Geſchwindigkeit ungleich, ſo iſt dies eine ungleichförmige Beſchleunigung (difformis, inaequabilis). Die Retardation oder Verminderung der Geſchwindigkeit kan als negative Beſchleunigung angeſehen werden.

Seitdem nach Galilei Entdeckungen der Geſetze fallender Körper die höhere Mechanik entwickelt und ausgebildet worden iſt, hat man die Beſchleunigungen der Bewegung durchgängig als Wirkungen der Kräfte angeſehen, welche die Bewegung ſelbſt hervorbringen oder ändern. Die höhere Mechanik nimmt hierüber folgende mit den Erfahrungen übereinſtimmende Grundſätze an.

1. Einmal entſtandene Bewegungen dauern, auch ohne weiteres Zuthun einer Kraft, fort, und behalten ihre vorige Richtung und Geſchwindigkeit, ohne Beſchleunigung, ſ. Trägheit.
2. Kömmt aber zu einer einmal entſtandnen Bewegung in jedem Zeittheile eine neue Wirkung einer Kraft hinzu, ſo entſteht Beſchleunigung, wenn dieſe Kraft ganz oder zum Theil nach der Richtung der Bewegung ſelbſt, Retardation, wenn ſie ganz oder zum Theil nach der entgegengeſetzten Richtung wirkt.
3. Sind dieſe neuen, mit jedem Zeittheile hinzukommenden, Wirkungen der Kraft ſtets gleich groß, ſo entſteht gleichförmige, ſind ſie ungleich, ungleichförmige Beſchleunigung oder Retardation.

Abſolute unveränderliche Kräfte, d. h. ſolche, die in bewegte Körper, wie in ruhende, unaufhörlich und immer gleich ſtark, auch immer nach einerley Richtung wirken, müſſen daher die Bewegungen, die ſie hervorbringen, auch gleichförmig beſchleunigen. Denn ihre erſte Wirkung iſt die Hervorbringung der Bewegung, zu welcher ihre folgenden Wirkungen in jedem Zeittheile gleich ſtarke Vermehrungen der Geſchwindigkeit nach eben der-

ſelben Richtung zuſetzen. Veränderliche Kräfte hingegen verurſachen ungleichförmige Beſchleunigung.

Da die Schwere der Körper eine abſolute Kraft iſt, d. h. in bewegte Körper noch eben ſo, wie in ruhende, wirkt, und in Räumen, welche gegen den Halbmeſſer der Erde unbeträchtlich ſind, als unveränderlich angeſehen werden kann, ſo folgt aus dieſen Grundſätzen, daß die ſchweren Körper mit gleichförmiger Beſchleunigung fallen müſſen. Für den Fall durch große Höhen, wo oben die Schwere geringer, als unten, wäre, würde freylich die Beſchleunigung nicht mehr durchgehends gleichförmig ſeyn. Fiele z. B. ein Körper von einer Höhe herab, welche ſo groß als der Halbmeſſer der Erde wäre, ſo würde die Beſchleunigung ſeines Falles am Ende viermal ſtärker werden, als ſie am Anfange geweſen wäre.

Aus dieſen Grundſätzen folgen nun leicht die Geſetze, welche bey dem Worte: Bewegung, gleichförmig beſchleunigte, erklärt werden, und mit der Erfahrung ſo vortreflich übereinſtimmen.

Die irrigen Begriffe, welche ſich ältere Naturforſcher von den Urſachen der Beſchleunigung, beſonders beym Falle der Körper, gemacht haben, werden unter dem Artikel: Fall der Körper, vorkommen.

Beſchleunigung einer Kraft nennt Herr Karſten (Lehrbegrif der geſammten Math. III. Theil, Mechanik, Abſchn. 3. §. 46.) dasjenige, was Andere gemeiniglich beſchleunigende Kraft ſelbſt nennen, ſ. Kraft, beſchleunigende. Er verſteht nemlich die durch eine Kraft hervorgebrachte Beſchleunigung, und da dieſe der Kraft ſelbſt proportional iſt, ſo weicht er von andern blos darinn ab, daß er die bekannte Wirkung da nennt, wo Andere die unbekannte Urſache nennen.

Beſtandtheile der Körper, Partes conſtituentes ſ. conſtitutivae corporum, *Parties et Principes des corps.* Die Theile, aus welchen die Körper beſtehen oder zuſammengeſetzt ſind.

Dieſe Theile werden entweder blos ſo betrachtet, wie ſie neben einander liegen, und durch eine blos mechaniſche Trennung von einander geſondert werden können, ſ. **Aggregat**, und heißen dann blos **Theile, mechaniſche Beſtandtheile** (partes integrantes, *parties*); oder ſo, wie ſie durch die bey ihrer Vermiſchung entſtandene wechſelſeitige Anziehung und Auflöſung den Körper, als ein Product von einer andern Beſchaffenheit, erzeugt haben, ſ. **Gemiſch**, und wie ſie durch chymiſche Zerſetzung aus demſelben geſchieden werden können, und dann heißen ſie im eigentlichen Verſtande **Beſtandtheile, chymiſche Beſtandtheile** (partes conſtitutivae, principia, *principes*). Die Beſtandtheile, in welche die chymiſche Analyſis die Körper zerlegt, ſind oft ſelbſt noch zuſammengeſetzt, und laſſen ſich durch fortgeſetzte Analyſis weiter zerlegen. Diejenigen, welche wir endlich nicht weiter zerlegen können, heißen **uranfängliche** oder **einfache Grundſtoffe, Urſtoffe, Elemente** (principia prima, elementa), die zuſammengeſetztern hingegen **zuſammengeſetzte** oder **gemiſchte Grundſtoffe** (principia principiata ſ. mixta), ſ. die Artikel: **Elemente, Grundſtoffe.**

Beugung des Lichts, Inflexio ſ. Difractio lucis, *Diffraction ou Inflexion de la lumiere*. Die Abweichung der Lichtſtrahlen von ihrem geradlinigten Wege, wenn ſie nahe an dem Rande eines Körpers vorbeygehen.

Die Beugung des Lichts ward von dem **P. Grimaldi** um die Mitte des vorigen Jahrhunderts entdeckt und bekannt gemacht (*Grimaldi* de lumine, coloribus et iride, Bonon. 1665. 4.), da man vorher keine andere Abweichung des Lichts vom geraden Wege, als die Brechung und Zurückwerfung gekannt hatte. Zwar hat **D. Hook** im Jahre 1672 der königl. Societät zu London ebenfalls Verſuche über die Beugung des Lichts mitgetheilt, ohne, wie es ſcheint, Grimaldi's Entdeckungen gekannt zu haben. Inzwiſchen bleiben dieſe immer die erſten und wichtigſten.

Grimaldi ließ durch ein kleines Loch in ein verfinſtertes Zimmer einen Stral fallen, der darinn einen Lichtkegel bildete. Hielt er nun einen dunkeln Körper in beträchtlicher Entfernung vom Loche in dieſen Lichtkegel, ſo fand er den Schatten deſſelben viel breiter, als er der Berechnung nach bey geradem Fortgange der Lichtſtralen hätte ſeyn können. Auch ſahe er um den Schatten herum mehrere farbichte Lichtſtreifen, nach dem Schatten zu durch Blau, vom Schatten ab durch Roth begrenzt. Solche farbichte Streifen zeigten ſich auch innerhalb des Schattens. Sie nahmen nach den verſchiedenen Winkeln des dunkeln Körpers verſchiedene Krümmungen an. Grimaldi wendet übrigens dieſe wichtige Entdeckung blos auf die Entſcheidung der ſehr unwichtigen Frage an, ob das Licht eine Subſtanz oder Qualität ſey, und entſcheidet endlich für die Ariſtoteliker dahin, es ſey eine qualitas, aber nicht ſubſtantialis, ſondern accidentalis.

Newton hat dieſe Verſuche des Grimaldi und Hook viel weiter getrieben, und im dritten Buche ſeiner Optik weitläuftig davon gehandelt. Er fand im verfinſterten Zimmer den Schatten eines Haares viel breiter, als ihn gerade fortgehende Stralen machen konnten. Er ſchloß aus den Phänomenen, daß das Haar in eine ziemliche Entfernung auf die Lichtſtralen wirke, und die nächſten am ſtärkſten, entferntere immer weniger, von ſich ablenke. Eben dieſe Erſcheinungen zeigten Ritze auf polirten Glasplatten, und Haare, zwiſchen ſolche Platten gelegt. Die Schatten aller Körper fand er mit drey farbigen Lichtſäumen umgeben, deren Breiten und Zwiſchenräume ſich wie die Zahlen 1, $\sqrt{\frac{1}{2}}$, $\sqrt{\frac{1}{3}}$, $\sqrt{\frac{1}{4}}$, $\sqrt{\frac{1}{5}}$ verhielten.

Er ließ einen Lichtſtral zwiſchen zwoen ſcharfen etwa $\frac{1}{400}$ Zoll von einander entfernten Meſſerſchneiden durchgehen. Dieſer theilte ſich in zween Theile, und ließ zwiſchen beyden einen dunkeln ſchwarzen Schatten, welcher deſto breiter ward, je näher er die Schneiden zuſammenrückte, bis endlich bey der Berührung derſelben alles Licht verſchwand. Dasjenige Licht nemlich, welches zunächſt an

jeder Schneide vorbeygieng, ward am ſtärkſten von ihr abgebogen, das in der Mitte durchgehende am wenigſten, und da das Licht in der Mitte gebogen zu werden, oder der Schatten daſelbſt zu erſcheinen anfieng, wenn die Schneiden $\frac{1}{400}$ Zoll von einander abſtanden, ſo ſchloß Newton, daß ſich die Wirkung jeder Schneide bis auf die Entfernung von $\frac{1}{800}$ Zoll erſtrecke.

Newton hat zwar auch einige Verſuche über die innerhalb des Schattens entſtehenden Farben, oder über die Beugung des Lichts, die nach den Körpern zu geſchieht, angeſtellt, aber andere Beſchäftigungen hinderten ihn, dieſe Unterſuchungen fortzuſetzen. Maraldi (Mém. de Paris. 1723.) hat dieſen Theil weiter bearbeitet, und gefunden, daß undurchſichtige cylindriſche Körper, in das Sonnenlicht gehalten, bis auf eine Entfernung, die ihrer 38—45 fachen Dicke gleich iſt, einen ungemiſchten ſchwarzen Schatten werfen, der aber in größern Entfernungen in der Mitte heller wird, und nur an den beyden Rändern mit breiten dunklen Streifen begrenzt iſt. Im verfinſterten Zimmer nahm er eben dieſelbe Erſcheinung, und die ſchon von Grimaldi beobachteten farbichten Streifen auch innerhalb der Schatten von Haaren, Schweinsborſten und ſchmalen Platten wahr.

Dú Tour (Mém. preſentés, Vol. V. pag. 636. ſqq.), de l'Isle (Mém. pour ſervir à l' hiſt. et au progrés de l'aſtron. Petersbourg 1738. 4. pag. 205. ſqq.) und le Cat (Traité des ſens, pag. 299.) haben noch mehrere Verſuche über die Phänomene der Beugung des Lichts mitgetheilt. Der Letztere bemerkt, daß ſich die Gegenſtände, wenn man ſich dem von ihrem Rande ins Auge fallenden Lichtkegel mit dem Finger nähert, gegen den Finger zu auszubreiten ſcheinen, woraus er die verſchiedenen Bewegungen der Schatten erklärt, welche man ſieht, wenn Wolken vor der Sonne vorübergehen.

Herr Klügel (Ueberſ. von Prieſtley Geſchichte der Optik. Zuſatz S. 392.) führt einen Verſuch an, wo Beugung mit Brechung verbunden iſt. Man halte, ſagt er, ein Bret, worauf ein paar Stecknadeln befeſtiget ſind,

ſenkrecht in ein Gefäß mit Waſſer, dergeſtalt, daß die obere der Nadeln die Oberfläche des Waſſers berühre. Darauf bringe man das Auge mit dieſer Nadel und dem Bilde der untern in eine gerade Linie, ſo wird dieſes Bild geſpalten erſcheinen. Hält man das Auge etwas von dem Brete abwärts, ſo erſcheint das Bild, wie eine Gabel, deren Zacken weit feiner ſind, als der Stiel, oder der ungeſpaltne Theil des Bildes. Wo die Zacken ſich krümmen und in den Stiel zuſammenlaufen, welches neben dem Knopfe der obern Nadel geſchieht, erſcheint ein feiner hellrother Strich auswärts. Bewegt man das Auge nach dem Brete hin, daß der Kopf der untern Nadel dem Kopfe der obern ſich nähert, ſo verliert ſich der Stiel der Gabel, und die beyden Zacken laufen oben in einen Halbkreis zuſammen, der Farben ſpielt. Sobald man die obere Nadel das Waſſer nicht berühren läßt, fallen alle dieſe Erſcheinungen weg, und das Bild wird, wie eine wirkliche Nadel, von der obern bedeckt.

Es iſt aus den angeführten Verſuchen unläugbar, daß Lichtſtralen, welche nahe bey dichten Körpern vorbeyfahren, von ihrem Wege abgelenkt, und zum Theil von den Körpern hinweg, zum Theil auch gegen die Körper zu gebogen werden, auch daß ſie ſich hiebey in Farben zerſtreuen. Noch iſt aber dieſe Eigenſchaft des Lichts zu wenig unterſucht, als daß man ſie auf ſo beſtimmte Geſetze, wie die Zurückwerfung und Brechung, zurückführen, und einer mathematiſchen Berechnung unterwerfen könnte.

Ueber die Urſache der Beugung hat Newton mit der ihm eignen Beſcheidenheit nichts zu beſtimmen gewagt, ſondern am Ende ſeiner Optik blos folgende Fragen aufgeworfen.

1. Wirken nicht die Körper ſchon in einiger Entfernung auf das Licht, und beugen dadurch die Lichtſtralen? Und iſt nicht dieſe Wirkung, bey ſonſt gleichen Umſtänden, in der geringſten Entfernung am ſtärkſten?

2. Sind nicht die in der Brechbarkeit verſchiedenen Stralen auch in der Biegbarkeit verſchieden, und werden ſie nicht durch die verſchiedenen Beugungen von ein-

ander geſondert, und bringen dadurch die farbigen Säume hervor?

3. Werden nicht die Lichtſtrahlen, indem ſie neben den Rändern und Seiten der Körper vorbeygehen, mehrmals hin und her, auf eine ſchlangenförmige Art, gebogen? Entſtehen nicht vielleicht die drey Farbenſäume aus drey ſolchen Beugungen?

4. Fangen nicht die Lichtſtralen, die auf Körper fallen, und von ihnen gebrochen oder zurückgeworfen werden, ehe ſie noch die Körper berühren, an, gebogen zu werden? Und geſchieht nicht Zurückwerfung, Brechung und Beugung durch eine und ebendieſelbe Kraft, die ſich unter verſchiednen Umſtänden verſchiedentlich äußert?

Man ſieht wohl, daß **Newton** geneigt iſt, die Beugung als eine Wirkung der Anziehung der Körper gegen das Licht zu betrachten. Smith (Lehrbegrif der Optik, I. Buch. §. 186.) zeigt, daß eine ſolche anziehende Kraft unendlich ſtärker ſeyn müſſe, als die Schwere. Andere Naturforſcher, z. B. **von Mairan, du Tour, du Sejour** (Mém. de Paris 1775.), erklären die Beugung durch Atmoſphären, welche ſie um die Körper herum annehmen, die aus verdichteter Materie beſtehen, und die durchgehenden Lichtſtralen brechen ſollen.

Dieſe Eigenſchaft des Lichts hat Einfluß in die Aſtronomie. Sie ändert die Maaße der Weiten, die man durch das Mikrometer nimmt, und verurſacht vermuthlich den Ring, den man bey gänzlichen Sonnenfinſterniſſen um den Mond ſiehet, ſ. **Atmoſphäre des Monds**.

Prieſtley Geſchichte der Optik, durch **Klügel**, S. 133. 231. 284. u. f.

Smiths Lehrbegrif der Optik, durch **Käſtner**, S. 441.

Bewegbarkeit, Beweglichkeit, Mobilitas, *Mobilité*. Die Fähigkeit der Körper, ſich bewegen zu laſſen. Da kein Körper bekannt iſt, der nicht durch hinreichende Kräfte bewegt werden könnte, und das Außenbleiben der Bewegung in manchen Fällen ſtets durch äußere Hinderniſſe, z. B. Zuſammenhang, Reibung u. dgl. bewirkt wird, ſo ſieht man die Bewegbarkeit für eine allgemeine Eigen-

ſchaft oder für ein allgemeines Phänomen der Körper an; in dieſer Bedeutung des Worts iſt alle Materie beweglich (mobilitas abſoluta).

Oft heißt aber auch ein Theil eines Körpers beweglich (mobilitas reſpectiva), wenn man ihn mit geringer Kraft in andere Lagen gegen die übrigen Theile bringen kan, z. B. das bewegliche Fernrohr am Quadranten.

Bewegung, Motus, *Mouvement*. Bewegung iſt Veränderung des Orts, oder der Zuſtand eines Körpers, in dem er ſeinen Ort ändert. Es gehört nicht hieher, die metaphyſiſchen Begriffe von Raum, Ort und Bewegung aus einander zu ſetzen, oder die Zweifel zu heben, welche die Sceptiker der Wirklichkeit der Bewegungen entgegengeſetzt haben. Uns iſt genug, daß wir durch alle unſere Sinne an den Körpern unzählbare Veränderungen ihres Orts wahrnehmen, daher der Ausdruck: Ein Ding bewegt ſich, auch dem gemeinſten Menſchen verſtändlich iſt. Alle Veränderungen der Körperwelt geſchehen durch Bewegung, ohne welche die ganze Natur todt und unwirkſam ſeyn würde. Daher kan der Naturforſcher die Bewegung als ein unſtreitiges, durch unzählbare Beobachtungen erwieſenes, Phänomen annehmen, ohne ſich in metaphyſiſche Labyrinthe zu verirren, in welchen er wenig für das Wohl ſeiner Mitmenſchen Brauchbares zu finden hoffen darf. Und wenn er ſeine Unwiſſenheit über die Natur und den Urſprung der Bewegungen offenherzig geſtehen muß, ſo kan er ſich dagegen rühmen, das eigentlich Brauchbare — die Geſetze der Bewegung — ziemlich genau zu kennen.

Wir beſtimmen das Wo oder den Ort, in dem ſich ein Körper befindet, durch ſeine Lage gegen andere Gegenſtände, und nehmen alſo da Bewegung an, wo ſich eines Körpers Lage gegen andere ändert. Abweſenheit der Bewegung, oder Beharren in ebenderſelben Lage gegen andere Körper, heißt für uns Ruhe. So ſcheint uns der Horizont zu ruhen, weil er gegen uns ſelbſt und gegen die irdiſchen Gegenſtände immer einerley Lage behält. Aendert

ſich die Lage zweener Gegenſtände gegen einander, und glauben wir aus andern Erfahrungen den einen dieſer Gegenſtände ruhend, ſo ſchreiben wir dem andern Bewegung zu. So legt man der Sonne eine Bewegung bey, weil ſie ihre Lage gegen den ruhend ſcheinenden Horizont ändert; ein Kind auf einem Kahne glaubt die Bäume am Ufer bewegt zu ſehen, weil es ſich ſelbſt beym ſtillen Fortgange des Kahns für ruhend hält, und alſo die veränderte Lage der Bäume gegen ſein Auge für Bewegung derſelben nimmt. Bey Wahrnehmung veränderter Lagen der Körper muß alſo vorher ausgemacht werden, welcher Körper der ruhende ſey, ehe man wiſſen kan, welcher der bewegte iſt. In vielen Fällen iſt dies leicht zu beſtimmen, in andern ſchwerer; Täuſchungen dieſer Art haben die Verbreitung und Erweiterung der nützlichſten Wahrheiten Jahrtauſende lang verhindert.

Bey Bewegungen, welche man als wirkliche erkennt, hat man folgende Umſtände in Betrachtung zu ziehen: 1) die Urſache der Bewegung, 2) die bewegte Maſſe, 3) die Richtung der Bewegung, 4) den zurückgelegten Weg oder Raum, 5) die Zeit, 6) die Geſchwindigkeit, und 7) die Größe der Bewegung.

1) Die Urſachen der Entſtehung und Aenderung der Bewegungen liegen in eine tiefe Dunkelheit verhüllt. Daß Bewegung aus Ruhe nicht ohne Urſache entſtehen, auch eine Bewegung in eine andere nicht ohne Urſache übergehen könne, iſt klar, ſobald man bedenkt, daß Ruhe und Bewegungen verſchiedner Art verſchiedne Zuſtände des Körpers ſind, deren einen er mit dem andern nicht ohne Grund vertauſchen kan, ſ. Trägheit. Dies ſtimmt auch mit der Erfahrung überein; wenigſtens nehmen wir bey den meiſten Bewegungen und ihren Aenderungen gewiſſe unverkennbare Urſachen derſelben wahr, ob wir gleich die Natur derſelben nicht kennen, und nicht wiſſen, wie ſie Bewegung hervorbringen und ändern. Eine der vornehmſten dieſer Urſachen, und die unſerm Beobachtungskreiſe am nächſten liegt, iſt die Kraft der Menſchen und Thiere. Wir bewegen durch freywil-

ligen Entſchluß auf eine für uns ſelbſt unerklärbare Weiſe unſere Glieder, und Körper, welche mit denſelben verbunden ſind; und die Thiere thun dies auf eine ähnliche Art. Da das hiebey angewandte Beſtreben Kraft heißt, und dieſe Kraft eine ſo reichhaltige Quelle von Bewegungen iſt, ſo hat man für gut gefunden, dieſen Namen auf alle Urſachen der Entſtehung und Aenderung von Bewegungen auszudehnen, und alſo alles, was den Zuſtand eines Körpers in Abſicht auf Ruhe und Bewegung ändert oder zu ändern ſtrebt, Kraft zu nennen. Dies iſt weiter nichts, als Benennung einer Urſache, welche vorhanden ſeyn muß, deren Natur und Wirkungsart aber uns eben ſo verborgen iſt, als das, was uns die Hand führt, wenn wir das Wort Kraft ſchreiben.

Ein bewegter Körper ſetzt andere, die er antrift, mit ſich in Bewegung, wenn ſie ruhen, oder ändert ihre Bewegungen, wenn ſie ſchon vorher bewegt ſind. Dies heißt Mittheilung der Bewegung. So ſetzen Menſchen und Thiere auch andere Körper in Bewegung, ein Stein z. B. wird durch die Kraft des Menſchen geworfen, eine Kugel bewegt die andere durch ihren Stoß. Dies iſt eine zweyte Entſtehungs- und Aenderungsart der Bewegungen, von welcher die Artikel: Mittheilung der Bewegung und Stoß handeln.

Bey dieſen beyden Entſtehungsarten der Bewegung iſt es ſichtbar, daß ſie ihren Grund in einer äußern, nicht im bewegten Körper befindlichen, Urſache haben. Die Bewegung meiner Hand hat ihren Urſprung nicht aus der Hand, welche ſich im todten Körper nicht mehr regen wird; ſie entſpringt offenbar aus dem Entſchluſſe eines frey handelnden vom Körper unterſchiedenen Weſens; der geworfne Stein wird vom Menſchen, die ruhende Kugel von der ſtoßenden bewegt. Aber es giebt auch Bewegungen, bey welchen eine äußere Urſache ihrer Entſtehung oder Aenderung nicht ſo ſichtbar iſt. Ein freygelaſſener Stein fällt lothrecht auf die Erde nieder; der Mond läuft ununterbrochen in einer krummlinigten Bahn mit ſtets veränderter Richtung um die Erde, ohne daß man äußere Urſachen

jener Bewegung oder dieſer beſtändigen Veränderung bemerken könnte. Da inzwiſchen Urſachen vorhanden ſeyn müſſen, und alle ſolche Urſachen Kräfte heißen, ſo ſagt man, der Stein werde durch eine Kraft gegen die Erde getrieben, der Mond durch eine Kraft in ſeiner krummlinigten Bahn erhalten. Dergleichen Kräfte ſind die Gravitation, die Schwere, alle Arten der Anziehung überhaupt, die Elaſticität u. ſ. w. Alles dies ſind Namen, die man den Urſachen gewiſſer unläugbaren Phänomene beylegt, um ſie benennen, nicht um ſie erklären zu können. Sehr viele Naturforſcher haben dergleichen Kräfte nicht zulaſſen, vielmehr alle Bewegungen lebloſer Körper aus Mittheilung und Stoß erklären wollen. Sie haben daher Materien erdacht, welche durch ihren Stoß oder Druck Schwere, Zuſammenhang der Körper, Elaſticität, Bewegung in krummlinigten Bahnen u. ſ. f. veranlaſſen ſollten. Theils aber werden ſolche Materien blos willkührlich und ohne Erfahrungen angenommen; theils erklären ſie doch nie das ganze Phänomen, weil immer die Frage übrig bleibt, was für eine neue Urſache dieſe Materien in Bewegung ſetze? Ich halte es daher für beſſer, die eingeführten Namen der Kräfte, als Bezeichnungen von Phänomenen, beyzubehalten, welches ſowohl der Kürze halber vortheilhaft, als auch bey den mathematiſchen Berechnungen der Bewegungen brauchbar und faſt unentbehrlich iſt. Nur muß man nie vergeſſen, daß dieſe Namen nur Bezeichnungen, nicht Erklärungen von Phänomenen ſeyn ſollen, deren eigentliche Entſtehungsart bis hieher für den Menſchen unerklärbar geblieben iſt, ſ. Kraft.

Einmal entſtandne Bewegung dauert ohne weiteres Zuthun der bewegenden Kraft fort, ſ. Trägheit. So erhalten ſich die Himmelskörper in ihren Bahnen durch die Fortdauer der ihnen einmal mitgetheilten Bewegung. Aber der erſte Urſprung dieſer ſowohl, als aller übrigen Bewegungen, liegt außer der Körperwelt, in dem erhabnen Weſen, welches eben ſowohl die erſte Urſache der Bewegung, als die Urſache der Welt ſelbſt, iſt, und deſſen

Art zu wirken der Menſch in dieſem Leben nie durchſchauen wird.

Dies iſt es, was ich im Allgemeinen über die Urſachen der Entſtehung und Aenderung der Bewegungen zu ſagen weiß. Ich geſtehe gern, daß es nicht viel ſey; inzwiſchen iſt es mit keinen aus der Luft gegriffenen Hypotheſen vermiſcht, und zureichend, um die ganze Mechanik des Himmels und der Erde daraus herzuleiten. Andere glauben vielleicht, hierinn heller zu ſehen, und zum Beyſpiele hievon will ich aus Herrn Lichtenbergs Magazin für das Neuſte aus der Phyſik ꝛc. (III. B. 2 St. S. 19 u. f.) mit wenigem anführen, was für Begriffe ſich ein neuerer phyſikaliſcher Schriftſteller (Geologie, oder Betrachtung der Erde, von F. W. Sack, kön. Hof- und Kriminalgerichtsrath, Breslau 1785. gr. 8.) von dem Urſprunge und der Natur der Bewegung mache.

Der Begrif von Bewegung, ſagt Herr Sack, daß bey ihr ein Körper ſeinen Ort ändert, iſt unzulänglich; denn wenn ein Stein an einem Faden hängt, und dieſer nach einiger Zeit zerreißt, ſo iſt dies Zerreißen ein Produkt der Bewegung, und der Stein kan auch vor dem Zerreißen nicht in Ruhe am Faden geweſen ſeyn. Mit dem Druck iſt es eben ſo. Die Bewegung iſt alſo nicht als Produkt, ſondern als Matrix der Welt anzuſehen; ſie iſt ein Ingrediens der Beſtandtheile jedes Atoms, dem Bewegung nach allen Gegenden von Natur weſentlich eigen iſt. Iſt die Bewegung des Atoms nach allen Gegenden zugleich und gleich ſtark vorhanden, ſo zeigt ſich zwar ſcheinbare Ruhe, welche aber nichts anders, als ein Produkt mehrerer Bewegungen iſt, und alſo der Bewegung ſelbſt nicht entgegengeſetzt werden kan. Wahre Ruhe kömmt in der ganzen Welt nicht vor.

Um nun die Bewegung eines geworfenen Steins zu erklären, ſagt Hr. Sack, es werde die der Hand ebenfalls weſentlich eigne Bewegung nach allen Gegenden, mit einer der Bewegungen des Steins vereiniget, und nun verlaſſe er die vorige ſcheinbare Ruhe. Wegen der Vereinigung mit der Hand könne er nun auch die beſtimmte Bewegung

allein und iſolirt fortſetzen, weil die Hand die ihrige nicht weiter fortſetze. — Die Frage, wodurch es der Hand möglich werde, ihre gleichfalls ſcheinbare Ruhe zu verlaſſen, müſſe aus der Structur des menſchlichen Körpers erklärt werden (das heißt doch wohl, die Bewegung hat ihren Grund im Bau des Körpers, alſo ſie iſt Wirkung deſſen, was die Sprache Kraft nennt, ſie iſt Product der Kraft).

Den Satz der Trägheit läugnet Hr. S. gänzlich, und meynt, jedes Projectil, d. i. jeder geſtoßene oder geworfene Körper müſſe mit der Zeit aufhören, ſich zu bewegen, weil während einer ſolchen Bewegung die übrigen ihm angebohrnen Bewegungen in Zwang geſetzt würden (wobey mir der Zuſammenhang des Satzes ſelbſt mit dem angegebnen Grunde ganz unbegreiflich iſt).

Außer der allgemeinen Bewegung der Atomen iſt auch denen, welche einen Weltkörper bilden ſollen, noch eine beſondere überwiegende und ohne Stoß thätige Bewegung angebohren, die Hr. S. die concentrirende, oder die Schwere nennt. Dieſe macht, daß jeder Weltkörper ein Ganzes wird, und daß mehrere Weltkörper ſich nicht mit einander vermengen können. Dies geht ſo weit, daß ein Stein, aus dem Jupiter in unſern Luftkreis gebracht, nicht wie ein irdiſcher Stein niederfallen würde (und iſt offenbar falſch, weil die Beobachtungen ſehr deutlich lehren, daß alle Weltkörper, d. h. die Materien aller Weltkörper, gegen einander ſchwer ſind).

Wer nun begierig iſt, ſich aus dieſen den Atomen angebohrnen Bewegungen nach allen Gegenden und aus dieſer Matrix der Welt, die Phänomene der Bewegung und die Mechanik des Himmels erklären zu laſſen, den muß ich auf das Werk des Herrn S. ſelbſt verweiſen, welches eigentlich die Abſicht hat, Newtons Syſtem der phyſiſchen Aſtronomie umzuſtoßen, obgleich das, was Hr. S. dieſem Syſtem entgegenſetzen will, viel zu ſchwach iſt, als daß es nur einen einzigen Satz deſſelben wankend machen, geſchweige denn ſeine Gründe erſchüttern könnte.

2) Die bewegte Maſſe muß bey der Bewegung darum in Betrachtung kommen, weil die Größe der Be-

wegung ſelbſt von der Menge dieſer Maſſe abhängt. Doppelt ſo viel Maſſe bewegen, heißt unſtreitig, doppelt ſo viel thun, als die einfache Maſſe eben ſo bewegen. Wir fühlen auch, daß zur Bewegung der doppelten Maſſe doppelt ſo viel Anſtrengung, doppelt ſo viel Aufwand von Kraft nöthig iſt, als zu einer ähnlichen Bewegung der einfachen Maſſe. Da nun die Maſſe der Körper auf der Erdfläche durch ihr Gewicht erkannt wird, ſ. Maſſe, ſo kömmt hier auch oft das Gewicht bewegter Körper in Betrachtung, doch nicht als Gewicht, ſondern als Ausdruck für die Größe der Maſſe. Zwey Pfund bewegen, iſt doppelt ſo viel, als ein Pfund eben ſo bewegen: nicht darum, weil zwey Pfund doppelt ſo ſchwer ſind (denn der Satz bleibt auch noch wahr, wenn die Wirkung der Schwere aufgehoben wird, d. i. wenn die Körper auf dem Boden ruhen, oder an Fäden hangen), ſondern darum, weil zwey Pfund doppelt ſo viel Maſſe haben. Wir werden in den Sätzen von der Bewegung die Maſſe ſtets durch die Buchſtaben M und m ausdrücken.

3) Die Richtung der Bewegung heißt die gerade Linie nach der Gegend, nach welcher ein bewegter Punkt, entweder ſeinen ganzen Weg hindurch, oder an einer einzelnen Stelle deſſelben, fortgeht. Wenn bey dem einfachſten Falle alle Punkte an dem Körper ſich durchaus auf gleiche Weiſe bewegen, ſo braucht man nur die Bewegung eines einzigen Punkts zu betrachten. Die durch Bewegung dieſes Punkts beſchriebne Linie heißt dann der Weg, oder die Bahn des bewegten Körpers. Iſt der Weg geradlinigt, oder wird er mit einerley unveränderter Richtung beſchrieben, ſo giebt er ſelbſt die Richtung an; iſt er krummlinigt, oder ändert ſich die Richtung alle Augenblicke und an jeder Stelle des Weges, ſo wird, wie in der Geometrie, die Richtung an jeder Stelle durch die Tangente der krummen Linie an dieſer Stelle beſtimmt. Dieſe Tangente nemlich geht nach der Gegend hin, nach welcher der bewegte Punkt an dieſer Stelle auch geht, und zu gehen fortfahren würde, wenn er hier mit einemmale aufhörte, ſeine Richtung weiter zu ändern.

Bewegen ſich nicht alle Punkte an einem Körper auf gleiche Weiſe, ſo muß eines jeden Bewegung und Richtung beſonders betrachtet werden. Daher läßt ſich jede Bewegung als Bewegung eines Punkts betrachten.

4) Die Länge des durch eine Bewegung zurückgelegten Wegs heißt der Raum. Da immer nur Bewegung von Punkten betrachtet wird, ſo iſt dieſer Raum ſtets eine gerade oder krumme Linie. Hiedurch wird die Betrachtung der Bewegungen geometriſch, und es laſſen ſich auf dieſelbe die erhabenſten Lehren der Meßkunſt anwenden. Der Raum ſoll in den Formeln von der Bewegung durch die Buchſtaben S und s angezeigt, und angenommen werden, daß man ſeine Länge in Tauſendtheilen eines rheinl. Schuhes ausdrücke.

5) Jede Bewegung, auch durch den kleinſten Raum, erfordert Zeit. Wenn die Punkte A und B aus einander liegen, ſo kan der Körper, der ſich von A nach B bewegt, nicht in A und B zugleich ſeyn: der Augenblick, da er in A iſt, iſt von dem, da er in B iſt, unterſchieden. Während des Zeitraums zwiſchen beyden Augenblicken geht der Körper von A in B über. Dieſe Schlüſſe gelten, ſo klein auch die Entfernung des A von B ſey; oder auch die kleinſte Bewegung erfordert Zeit. Dieſe Zeit wird im Folgenden durch die Buchſtaben T, t, bezeichnet, und in Secunden ausgedrückt angenommen.

6) Aus der Vergleichung der Räume und Zeiten entſteht der Begrif von Geſchwindigkeit (celeritas, velocitas, *viteſſe*). Eine Bewegung heißt geſchwinder, als eine andere, wenn bey ihr in ebenderſelben Zeit ein längerer Raum, oder ebenderſelbe Raum in einer kürzern Zeit zurückgelegt wird. Doppelt ſo geſchwind nennt man eine Bewegung, wenn bey ihr in eben der Zeit ein doppelter Raum, oder ebenderſelbe Raum in der Helfte der Zeit durchlaufen wird. Daher iſt Geſchwindigkeit ein relativer Begrif, d. h. man kan nicht ſagen, wie geſchwind eine Bewegung, ſondern nur, wie vielmal ſie geſchwinder, oder weniger geſchwind, als eine andere, ſey. Nimmt man inzwiſchen eine bekannte Geſchwindigkeit zur Einheit an,

ſo läßt ſich jede andere durch die Zahl ausdrücken, die eben ſo vielmal größer oder kleiner als 1 iſt, ſo vielmal die Geſchwindigkeit größer oder kleiner iſt, als die zur Einheit angenommene.

Wir werden im Folgenden diejenige Geſchwindigkeit zur Einheit annehmen oder = 1 ſetzen, mit welcher in einer Secunde Zeit ein Raum von $\frac{1}{1000}$ rheinl. Fuß zurückgelegt wird. Unter dieſer Vorausſetzung würde diejenige, mit welcher in einer Secunde ein ganzer rheinl. Fuß beſchrieben wird, = 1000 ſeyn. Die Geſchwindigkeiten werden wir, wenn ſie unveränderlich ſind, mit den Buchſtaben C, c, wenn ſie veränderlich ſind, mit V, v, bezeichnen.

7) Die Größe der Bewegung (quantitas motus, *quantité du mouvement*) hängt offenbar von der Menge der bewegten Maſſe und der Geſchwindigkeit der Bewegung ab. Zwey Pfund bewegen, iſt doppelt ſo viel, als ein Pfund eben ſo geſchwind bewegen. Einen Körper mit der Geſchwindigkeit 2 bewegen, iſt auch doppelt ſo viel als eben denſelben mit der Geſchwindigkeit 1 bewegen. Hieraus überſieht man leicht, daß z. B. zwey Pfund mit der Geſchwindigkeit 3 bewegen, ſechsmal ſo viel ſey, als ein Pfund mit der Geſchwindigkeit 1 fortführen. Dies heißt allgemein ausgedrückt: Größen der Bewegungen verhalten ſich, wie die Producte der bewegten Maſſen in die Geſchwindigkeiten, oder: Wenn zweener bewegten Körper Maſſen M, m, ihre Geſchwindigkeiten C, c, heißen, ſo verhalten ſich die Größen ihrer Bewegungen, wie MC : mc. Setzt man die Größe derjenigen Bewegung MC, = 1, bey welcher die Maſſe M = 1 (ein Pfund z. B., wenn die Maſſen in Pfunden ausgedrückt werden) mit der Geſchwindigkeit C = 1 fortgeführt wird, ſo wird dieſe Verhältniß 1 : mc, und es läßt ſich ſagen, daß die Größe der andern Bewegung mc mal größer, als 1, d. i. der Zahl mc gleich ſey. Unter dieſer Vorausſetzung läßt ſich die Größe jeder Bewegung durch das Product der Maſſe in die Geſchwindigkeit, d. i. durch mc ſelbſt ausdrücken. Sechs Pfund in einer Secunde durch einen

rheinl. Fuß geführt, geben ſo eine Bewegung, deren Größe $= 6000$ iſt.

Die Bewegung wird, in Rückſicht auf die Veränderung der Lage, aus welcher man ſie erkennet, in abſolute und relative, in gemeinſchaftliche und eigne, auch in ſcheinbare und wirkliche: in Abſicht auf die Kräfte oder Urſachen, welche ſie hervorbringen, in einfache und zuſammengeſetzte; in Abſicht auf die Richtung in geradlinigte und krummlinigte; endlich in Abſicht auf die Geſchwindigkeit in gleichförmige und veränderte eingetheilt. Die veränderte Bewegung iſt entweder beſchleunigt oder vermindert; und die beſchleunigte entweder gleichförmig- oder ungleichförmig-beſchleuniget. Von dieſen verſchiedenen Arten der Bewegung folgen hier umſtändlichere Nachrichten in alphabetiſcher Ordnung.

Abſolute Bewegung, Motus abſolutus, *Mouvement abſolu.* Veränderung des abſoluten Orts, oder Uebergang aus dem Raume, in welchem der Körper vorher war, in einen andern. Der geometriſche Raum, welchen ein Körper einnimmt, gleichſam als ein Theil des ganzen Weltraums betrachtet, heißt ſein abſoluter Ort, Bewegung aus dieſem Theile in einen andern Theil abſolute Bewegung. Wir ſelbſt ſind mit der ganzen Erde ſtets in abſoluter Bewegung, und die neuſten Entdeckungen der Sternkunde machen es wahrſcheinlich, daß alle Weltkörper abſolute Bewegungen haben, ob wir gleich dieſelben gar nicht oder doch erſt nach langen Zeiten bemerken.

Beſchleunigte Bewegung Motus acceleratus, *Mouvement acceleré.* Bewegung eines Körpers, deſſen Geſchwindigkeit von Zeit zu Zeit größer wird. Eine ſolche Bewegung entſteht, wenn in dem bewegten Körper eine Kraft noch während der Bewegung zu wirken fortfährt, und ihm über die Geſchwindigkeit, die er von ſeiner vorigen Bewegung her beybehält, noch immer neue Geſchwindigkeit giebt. So wirkt die Schwere in den fallenden Körper. Man ſ. die Worte Beſchleunigung, und im Fortgange dieſes Artikels: gleichförmig-beſchleu-

nigte Bewegung, Ungleichförmig-beſchleunigte Bewegung.

Eigne Bewegung, Motus proprius, *Mouvement propre*. Bewegung, welche ein Körper für ſich allein, und nicht mit andern Körpern gemein hat oder zu haben ſcheint. So bemerken wir an der Sonne, dem Monde, den Planeten und Kometen außer ihrem täglichen Umlaufe um den Himmel, den ſie mit den Fixſternen gemein haben, noch eigne Bewegungen, mit welchen ſie ihre Stellen unter den Fixſternen von Zeit zu Zeit ändern. Dieſe eigne Bewegung wird in der Sternkunde auch die zweyte Bewegung (motus ſecundus) genannt.

Einfache Bewegung, Motus ſimplex, *Mouvement ſimple*. Bewegung, welche entweder nur von einer einzigen Kraft, oder von mehreren, welche nach einerley oder nach geradlinigt entgegengeſetzten Richtungen wirken, hervorgebracht wird. So ſind der Fall der Körper, welcher blos durch die Schwere bewirkt wird, ingleichen der Lauf eines Wagens, den mehrere Pferde nach einerley Richtung ziehen, und das Aufſteigen eines lothrecht in die Höhe geworfenen Körpers, wo die Schwere der Richtung des Wurfs geradlinigt entgegen wirkt, einfache Bewegungen. Eine einfache Bewegung iſt ſtets geradlinigt; ſie erfolgt nemlich nach der geraden Linie, in welcher die Richtung der Kraft oder die Richtungen der mehreren Kräfte liegen.

Gemeinſchaftliche, gemeine Bewegung, Motus communis, *Mouvement commun*. Bewegung, welche ein Körper mit andern gemein hat oder zu haben ſcheint. So ſcheinen alle himmliſche Körper den 24 ſtündigen Umlauf um den Himmel mit einander gemein zu haben, welcher daher ihre gemeine Bewegung, auch die tägliche oder erſte Bewegung (motus diurnus ſ. primus, *mouvement diurne*) genannt wird, wie denn auch die ſcheinbare Himmelskugel ſelbſt, in ſo fern ſie dieſer Bewegung unterworfen zu ſeyn ſcheint, das Primum mobile, und die Zeit, in welcher dieſe Bewegung erfolgt, mit ihren Theilen, Zeit der erſten Bewegung (tempus primi mobilis) heißt, ſ. Sternzeit. Wer ohne Schwanken und

Schüttern in einem Kahne fortfährt, hat mit den neben ihm im Kahne befindlichen Perſonen und Gegenſtänden eine gemeinſchaftliche Bewegung. Körper, die gemeinſchaftliche Bewegungen haben, verändern dabey ihre Lagen gegen einander nicht, oder ſind in relativer Ruhe, wenn nicht eigne Bewegungen hinzukommen.

Geradlinigte Bewegung, Motus rectilineus, *Mouvement rectiligne*. Bewegung, wobey der zurückgelegte Weg oder Raum eine gerade Linie iſt. Alle einfachen Bewegungen ſind geradlinigt. Auch zuſammengeſetzte Bewegungen ſind geradlinigt, wenn die Kräfte, durch welche ſie hervorgebracht werden, an allen Stellen des Wegs parallele Richtungen und gleiche Verhältniſſe gegen einander behalten, ſ. zuſammengeſetzte Bewegung. Wenn endlich ein Körper blos eine ihm mitgetheilte Bewegung ohne Zuthun einer andern Kraft fortſetzt, ſo iſt ſein Weg ebenfalls geradlinigt. Wenn es dem Schöpfer gefiele, des Monds Gravitation gegen die Erde und die übrigen Himmelskörper plötzlich aufzuheben, ſo würde derſelbe nach der Tangente ſeiner Bahn in einer geraden Linie fortgehen.

Gleichförmige Bewegung, Motus uniformis ſ. aequabilis, *Mouvement uniforme*. Bewegung eines Körpers, deſſen Geſchwindigkeit immer gleich bleibt, oder der in gleichen Zeiten immer gleiche Räume zurücklegt. Auch dieſe immer gleiche Geſchwindigkeit wird gleichförmig (celeritas uniformis ſ. aequabilis, *viteſſe uniforme*) genannt. So ſoll der Zeiger einer richtigen Uhr jede Stunde, Minute u. ſ. w. gleich weit gehen, oder ſeine Bewegung ſoll gleichförmig ſeyn, immer mit gleichförmiger Geſchwindigkeit geſchehen. Ein einmal bewegter Körper wird, wenn weiter nichts auf ihn wirkt, ſeine einmal erhaltene Bewegung gleichförmig fortſetzen.

In der That aber finden völlig gleichförmige Bewegungen in der Körperwelt faſt niemals ſtatt. Die überall vorkommenden Hinderniſſe der Bewegung, hauptſächlich das Reiben und der Widerſtand der Mittel, heben bey allen Bewegungen von Zeit zu Zeit einen Theil ihrer Ge-

ſchwindigkeit auf, und bey Maſchinen ſind ſelbſt die bewegenden Kräfte mancherley Veränderungen ausgeſetzt. Vorkehrungen, die dagegen gemacht werden, können, da dieſe Veränderungen zufällig ſind, wieder zu viel thun, und die Geſchwindigkeit zur Ungebühr vermehren. Daher iſt es ſo ſchwer, Uhrwerke von völlig gleichförmigem Gange zu erhalten. Und ſelbſt beym richtigſten Uhrwerke iſt doch die Bewegung, in ihren Theilen betrachtet, von der Natur der gleichförmigen ſehr weit entfernt, weil der Fortgang, den die bewegende Kraft bewirkt, von Zeit zu Zeit durch kleine Stillſtände unterbrochen wird, welche die Hemmung veranlaſſet, daher die Bewegung nicht in einem fortgehet, ſondern ſprungweiſe geſchieht, wobey an wahre Gleichförmigkeit in den einzelnen Theilen gar nicht zu denken iſt. Eine vollkommen gleichförmige Bewegung könnte nur im leeren Raume, wo Reibung und Widerſtand wegfielen, oder in einem äußerſt dünnen Mittel ſtatt finden.

In der Theorie hingegen, wo wir dieſe Hinderniſſe entfernen, beruht alles, was wir von den Geſetzen der Bewegung wiſſen, auf der Betrachtung der gleichförmigen Bewegung, von welcher hier nothwendig einige Sätze beygebracht werden müſſen.

I. Wege oder Räume, die mit gleichförmigen Geſchwindigkeiten in einerley Zeit zurückgelegt werden, verhalten ſich, wie die Geſchwindigkeiten. Jedermann wird ſagen, daß eine unverändert bleibende Geſchwindigkeit dreymal ſo groß, als eine andere, ſey, wenn durch ſie in eben der Zeit dreymal ſo viel Raum beſchrieben wird, als durch die andere.

II. Zeiten, in denen einerley Räume mit gleichförmigen Geſchwindigkeiten beſchrieben werden, verhalten ſich verkehrt, wie die Geſchwindigkeiten. Jeder räumt ein, daß eine unverändert bleibende Geſchwindigkeit nur den dritten Theil einer andern betrage, wenn durch ſie eben der Raum erſt in drey Stunden zurückgelegt wird, zu deſſen Zurücklegung bey der andern nur eine Stunde nöthig iſt.

Man denke ſich nun drey bewegte Körper, wo Raum, Zeit und Geſchwindigkeit beym erſten S, T, C; beym zweyten s, t, c; beym dritten S, t, k iſt. So iſt
für den erſten und dritten nach II. $C : k = t : T$.
für den zweyten und dritten nach I. $k : c = S : s$.

daher für den erſten und zweyten $C : c = St : sT = \frac{S}{T} : \frac{s}{t}$
d. i. Gleichförmige Geſchwindigkeiten verhalten ſich, wie die Quotienten der Räume durch die Zeiten, oder: Die Verhältniß der Geſchwindigkeiten iſt aus der directen der Räume, und der verkehrten der Zeiten zuſammengeſetzt.

Aus dieſem Satze folgt auch

$$S : s = CT : ct \text{ und } T : t = \frac{S}{C} : \frac{s}{c}$$

Iſt nun C diejenige Geſchwindigkeit, die wir im vorigen $= 1$ geſetzt haben, auch $S = 1$ und alſo $T = 1$, ſo wird unter dieſer Vorausſetzung

$$c = \frac{s}{t};\quad s = ct;\ t = \frac{s}{c}.$$

Man kan alſo ſagen, die gleichförmige Geſchwindigkeit gleiche dem Raume dividirt durch die Zeit, wenn nur hiebey alles in den oben No. 4. 5. 6. angegebnen Einheiten ausgedrückt wird. Wenn z. B. ein Körper in 5 Secunden 20 Tauſendtheile des rheinl. Fußes zurücklegt, ſo iſt ſeine Geſchwindigkeit $= \frac{20}{5} = 4$, d. i. 4mal größer, als diejenige, die wir zur Einheit oder zum Maaße der Geſchwindigkeit annehmen.

Dieſe Sätze gelten zwar nur von gleichförmigen oder unveränderten Geſchwindigkeiten; es hängt aber auch alles das von ihnen ab, was ſich von den veränderten Bewegungen beſtimmen läßt, deren Geſchwindigkeiten von Zeit zu Zeit wachſen oder abnehmen. Die Aenderungen der Geſchwindigkeit nemlich werden nicht ſprungweiſe, ſondern ſo angenommen, daß die vorige Geſchwindigkeit in die neue größere oder kleinere allmählich durch alle dazwiſchen befindliche Zuſtände, oder nach dem Geſetze der Stetigkeit übergeht. Ob dies in der Natur wirklich ſtatt

finde, iſt zwar eben die Hauptfrage, auf welche es bey Beſtimmung der Natur und Wirkungsart der Kräfte ſehr ankommen würde, ſ. Stetigkeit. Allein die Erſcheinungen in der Körperwelt geben uns wenigſtens keinen Anlaß, verſtatten uns ſogar keine Möglichkeit, das Gegentheil anzunehmen. Vielleicht mag es ſeyn, daß die Kräfte, welche die Geſchwindigkeiten ändern, z. B. die Schwere, nicht ſtetig, ſondern ſtoßweiſe wirken, und der vorigen Geſchwindigkeit ihre Zuſätze nicht ununterbrochen, ſondern mit dazwiſchen fallenden Pauſen geben — aber wir bemerken dergleichen Stöße und Pauſen nicht; ein Stein auf unſerer Hand ſcheint ununterbrochen zu drücken, und wir fühlen ihn keinen Augenblick von der Schwere verlaſſen. Ließen wir alſo auch Stöße und Pauſen in der Aenderung der Geſchwindigkeiten zu, ſo fehlte uns doch alle Möglichkeit, die Anzahl derſelben, und wie viel jeder wirkte, zu beſtimmen. Erklärungen dieſer Art würden alle Möglichkeit einer Berechnung aufheben, und die ganze höhere Mechanik umſtoßen. Dieſe iſt ganz darauf gebaut, daß beſchleunigende Kräfte ſtetig wirken (dieſe Stetigkeit mag nun blos Erſcheinung, oder ſie mag wirklich ſeyn), und ihre Reſultate kommen in Abſicht auf Schwere und Centralkräfte mit unſern Erfahrungen vom Falle der Erdkörper und vom Laufe der Himmelskörper genau überein.

Sobald wir aber ſtetige Aenderungen der Geſchwindigkeit annehmen, wird die ganze Lehre von veränderter Bewegung auf Rechnung des Unendlichen zurückgeführt. Beydes iſt ſo genau verbunden, daß ſich die Rechnung des Unendlichen nach Newtons Vorſtellungsart, oder unter dem Namen der Fluxionsrechnung, ſogar aus dem Begriffe von ſtetig veränderter Bewegung herleiten und erweiſen läßt, wie dies Maclaurin (Treatiſe on fluxions, Edinb. 1742. I. T. 4.) mit einer ganz euklideiſchen Schärfe und Deutlichkeit gethan hat. Zwo Geſchwindigkeiten in zwo nahen Stellen des Weges können alſo einander ſo nahe kommen, als man will, wenn man nur den Abſtand beyder Stellen klein genug annimmt, oder, wie dies in der Sprache der Differentialrechnung lautet: Zwo Geſchwin-

digkeiten in unendlich nahen Stellen des Weges ſind unendlich wenig unterſchieden, d. h. **durch unendlich kleine Theile des Raums iſt die Bewegung ſtets gleichförmig**, wobey natürlich auch die Zeit, in welcher ein unendlich kleiner Theil des Raums durchlaufen wird, unendlich klein geſetzt werden muß.

Bey einer veränderten Bewegung heiße nun die Geſchwindigkeit an irgend einer Stelle v, der zurückgelegte Raum s, die darauf verwendete Zeit t; ſo wird ſich (nach den bey uns gewöhnlichen Bezeichnungen) der Raum um das Element ds ändern, indem die Zeit um das Element dt zunimmt. Da nun der unendlich kleine Raum ds in dem Zeittheile dt mit der an dieſer Stelle ſtatt findenden Geſchwindigkeit v **gleichförmig** beſchrieben wird, ſo iſt

$$ds = vdt$$

auf welche Formel ſich alle Betrachtungen veränderter Bewegung gründen. Die Formel ſelbſt iſt allgemein, und auch für gleichförmige Bewegung wahr; ſie giebt, wenn man ſtatt v eine beſtändige Geſchwindigkeit = c ſetzt, durch Integration die obige Formel s = ct wieder.

Schriftſteller, welche hier der Rechnung des Unendlichen auszuweichen ſuchen, wie **Muſſchenbroek** (Introd. ad phil. nat. §. 343.) u. a., bedienen ſich der Methode der Grenzen der Verhältniſſe und der Zeichnung. Da bey gleichförmigen Bewegungen der Raum dem Producte der Zeit in die Geſchwindigkeit gleich iſt, ſo zeichnen ſie für dieſen Raum ein Rechteck ABCZ (Taf. IV. Fig. 56.), deſſen eine Seite AB die Zeit, die andere BC die Geſchwindigkeit darſtellet. Bey veränderten Bewegungen nehmen ſie die Seite, welche die Zeit ausdrückt, in viele kleine Theile, gleichſam Zeitelemente, wie AD, DM ꝛc. getheilt an, und ſetzen an jeden Theil eine ſenkrechte Linie, welche der demſelben Zeittheile zukommenden Geſchwindigkeit proportional iſt, wie DE, MF ꝛc. Dieſe Linien ſollten eigentlich Elemente des Flächenraums, oder kleine Rechtecke, wie DdeE, ſeyn, welche ein Product der Geſchwindigkeit DE in das Zeitelement Dd ausdrückten, wenn dadurch die Differentialformel ds = vdt, d. i. DdeE = DE × Dd

gehörig dargeſtellt werden ſollte. Man kan aber den in jedem Zeittheile beſchriebenen Raum wenigſtens zwiſchen zwo Grenzen einſchließen. Wäre im Zeittheile DM die Geſchwindigkeit durchgängig DE geweſen, ſo würde der Raum DEfM; wäre ſie durchgängig MF geweſen, ſo würde der Raum DεFM beſchrieben worden ſeyn. Da ſie nun weder das eine, noch das andere beſtändig geblieben, ſondern von DE allmählig bis MF erwachſen iſt, ſo muß der wirklich beſchriebene Raum größer als DEfM, aber kleiner, als DεFM, ſeyn, welche Grenzen ſich immer näher kommen, je kleiner die Zeittheile AD, DM ꝛc. angenommen werden.

Gleichförmig-beſchleunigte Bewegung, Motus uniformiter acceleratus, aequabiliter acceleratus, *Mouvement également acceleré.* Bewegung eines Körpers, deſſen Geſchwindigkeit in gleichen Zeiten gleich ſtark zunimmt. Eine ſolche Bewegung entſteht, wenn eine **unveränderliche** Kraft in dem ſchon bewegten Körper zu wirken fortfährt, und ihm in gleichen Zeiten **immer gleiche** Zuſätze zu ſeiner Geſchwindigkeit giebt, wie die Schwere dem fallenden Körper, ſ. **Beſchleunigung**.

Die Geſetze der gleichförmig-beſchleunigten Bewegung laſſen ſich aus der beym Worte: **gleichförmige Bewegung** angeführten Formel $ds = vdt$, leicht herleiten. Man ſetze, ein ruhender Körper werde von einer unveränderlich fortwirkenden Kraft, die ihm in der Zeit 1 (oder 1 Secunde) die Geſchwindigkeit $2g$ giebt, in Bewegung geſetzt. In der Zeit t wird er durch die Fortdauer der Kraft die Geſchwindigkeit $2gt$ erhalten haben. Daher iſt ſtets $v = 2gt$; auch **verhält ſich die Geſchwindigkeit, wie die Zeit** vom Anfange der Bewegung gerechnet.

Setzt man in der Formel für v, das gleiche $2gt$, ſo erhält man

$$ds = 2gtdt,$$

und ſo integrirt, daß der Körper im Anfang als ruhend angeſehen, oder für $t = 0$; auch $s = 0$ geſetzt wird,

$$s = gt^2.$$

Das heißt: der Raum wird gleich der Quadratzahl der Zeit (in Secunden) multiplicirt durch die Helfte der in 1 Sec. erhaltenen Geſchwindigkeit, wobey freylich alles auf die gehörigen Einheiten bezogen werden muß.

Weil g eine beſtändige Größe iſt, ſo verhält ſich s jederzeit wie t^2, d. i. die zurückgelegten Räume verhalten ſich, wie die Quadratzahlen der Zeiten. Und da ſich die Geſchwindigkeiten wie die Zeiten verhalten, ſo verhalten ſich die Räume auch, wie die Quadratzahlen der Geſchwindigkeiten.

Der Raum, der in 1 Sec. Zeit zurückgelegt wird, iſt g, weil für $t = 1$; $s = g$ wird. Hieraus erhellet, wie man bey jeder gleichförmig-beſchleunigten Bewegung g durch Verſuche oder Beobachtung finden könne. Man darf nemlich nur den Raum, der in 1 Sec. Zeit zurückgelegt wird, meſſen.

In zwo Secunden iſt der durchlaufene Raum 4g, in dreyen 9g, in vieren 16g u. ſ. w. Die Unterſchiede hievon, oder die Theile des Raums, die in einer Secunde nach der andern durchlaufen werden, ſind g, 3g, 5g, 7g. Sie ſteigen, wie die ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7 rc., welche, mit g multiplicirt, die Räume für die erſte, zweyte, dritte, vierte Secunde geben.

Hörte der Körper am Ende der Zeit t plötzlich auf, weiter beſchleuniget zu werden, ſo würde er von nun an blos ſeine erlangte Geſchwindigkeit $v = 2gt$ behalten, und mit dieſer gleichförmig fortgehen. In der Zeit t würde er mit dieſer Geſchwindigkeit den Raum $2gt^2$ zurücklegen. Davon iſt gt^2 oder s die Helfte, oder: Der gleichförmig-beſchleunigte Körper geht in einer gegebnen Zeit nur halb ſo weit, als ihn in eben der Zeit ſeine zuletzt erlangte Geſchwindigkeit würde geführt haben.

Eben dieſe Geſetze der gleichförmig-beſchleunigten Körper finden Muſſchenbroek u. a. auf folgende Art. Taf. IV. Fig. 56. ſey AB die Zeit der Bewegung, in kleine Theile, Zeitelemente, wie Dd, getheilt. Da ſich die Geſchwindigkeiten hier wie die Zeiten verhalten, ſo werden die

den Geſchwindigkeiten proportionalen Linien DE, MF.... BC, an die gehörigen Theilungspunkte D, M...B angeſetzt, mit den Endpunkten E, F...C in der geraden Linie AC liegen; denn ſo wird ſtets DE: BC = AD: AB ſeyn u. ſ. w. Der zurückgelegte Raum wird alſo aus der Summe aller Linien DE, MF...BC (eigentlich aus der Summe aller der unendlich kleinen Rechtecke, wie DdeE) beſtehen, oder beſſer: Er wird größer ſeyn, als die Summe der innern Rechtecke DEfM, MFgN ꝛc. kleiner, als die Summe der äußern, AaED, DεFM u. ſ. w. Dieſe Summen kommen ſich immer näher, je kleiner die Zeittheile AD, DM ꝛc. genommen werden, begreifen aber allemal das Dreyeck ABC zwiſchen ſich. Für ſtetig veränderte Geſchwindigkeit wir alſo der Raum durch das Dreyeck ABC ausgedrückr werden, ſo wie der in der Zeit AM beſchriebne Raum durch das Dreyeck AMF. Die Dreyecke AMF und ABC aber verhalten ſich, wie AM^2: AB^2, auch wie MF^2 : BC^2; d. i. die Räume verhalten ſich, wie die Quadratzahlen der Zeiten, und der Geſchwindigkeiten. Die in gleichen auf einander folgenden Zeittheilen beſchriebenen Räume ADE, DEMF....QKBC wachſen, wie die Zahlen 1, 3, 5, 7....; und der zurückgelegte Raum ABC iſt halb ſo groß, als das Rechteck ABCZ, oder der Raum, der in eben der Zeit AB mit der letzten Geſchwindigkeit BC gleichförmig wäre beſchrieben worden.

So lang die Schwere als eine unveränderliche Kraft angeſehen werden kan, muß ſie die Körper mit gleichförmig-beſchleunigter Bewegung forttreiben. Daß dieſes der Erfahrung gemäß, und wie groß dabey das g unſerer Formeln ſey, wird bey dem Worte: **Fall der Körper**, umſtändlicher gezeigt werden.

Gleichförmig-verminderte Bewegung, Motus uniformiter retardatus, aequabiliter retardatus, *Mouvement également retardé*. Bewegung eines Körpers, deſſen Geſchwindigkeit in gleichen Zeiten gleich ſtark abnimmt. Eine ſolche Bewegung entſteht, wenn eine unveränderliche Kraft dem bewegten Körper entgegenwirkt, und ihm in gleichen Zeiten immer gleich viel von ſeiner Geſchwin-

digkeit benimmt, bis dieſelbe endlich ganz erſchöpft iſt, und der Körper ſtill ſteht. So wird die Bewegung eines lothrecht in die Höhe geworfenen Steins von der Schwere gleichförmig vermindert.

Die Geſetze der gleichförmig-verminderten Bewegung erhellen ſo. Man ſetze die anfängliche Geſchwindigkeit des Körpers $= c$; dieſer wirke eine Kraft entgegen, die dem ruhenden Körper in der Zeit 1 (oder 1 Secunde) die Geſchwindigkeit $2g$ geben würde; ſie würde ihm alſo, als eine unveränderliche Kraft, in der Zeit t die Geſchwindigkeit $2gt$ geben. Eben ſo viel benimmt ſie ihm hier in der Zeit t von ſeiner anfänglichen Geſchwindigkeit c. Seine wirkliche Geſchwindigkeit oder v iſt alſo $= c - 2gt$.

Sie wird $= 0$, oder die Bewegung hört auf, wenn $c = 2gt$ oder $t = \frac{c}{2g}$ wird, d. h. die Dauer der ganzen Bewegung (in Secunden) iſt gleich der anfänglichen Geſchwindigkeit, dividirt durch die in 1 Sec. erfolgte Verminderung derſelben. Auch verhalten ſich die Verminderungen der Geſchwindigkeit (die $2gt$) wie die Zeiten.

Setzt man in der Formel $ds = vdt$, für v, das gleiche $c - 2gt$, ſo erhält man

$$ds = cdt - 2gtdt$$

und ſo integrirt, daß der Körper im Anfang als ruhend betrachtet, oder für $t = 0$; auch $s = 0$ wird

$$s = ct - gt^2$$

Das heißt: der Raum iſt gleich demjenigen, welchen der Körper in eben der Zeit beſchrieben hätte, wenn ſeine anfängliche Geſchwindigkeit gleichförmig geblieben wäre, weniger dem, welchen er in eben der Zeit durch die Wirkung der vermindernden Kraft mit gleichförmig-beſchleunigter Bewegung würde beſchrieben haben.

Wenn die Bewegung aufhört, iſt

$$t = \frac{c}{2g}, \text{ alſo } g = \frac{\frac{1}{2}c}{t},$$

$$\text{und } s = ct - \tfrac{1}{2}ct = \tfrac{1}{2}ct.$$

D. i. der ganze Raum bis ans Ende der Bewegung iſt dem halben Producte der anfänglichen Geſchwindigkeit in die Dauer der Bewegung gleich, oder: Er iſt nur halb ſo groß, als der, welcher in eben der Zeit wäre beſchrieben worden, wenn die anfängliche Geſchwindigkeit unvermindert fortgedauert hätte.

Wenn die Kraft, die bisher die Bewegung verminderte, nach dem Ende der Bewegung noch fortdauert, ſo treibt ſie den Körper mit gleichförmig-beſchleunigter Bewegung wieder zurück, und giebt ihm nach und nach die Geſchwindigkeit, die ſie ihm vorher entzogen hatte, nur jetzt in entgegengeſetzter Richtung wieder. Wenn er wieder an den Ort zurückkömmt, von welchem er vorher ausgieng, ſo hat er aufs neue den Raum $\frac{1}{2}ct$ oder $\frac{\frac{1}{4}c^2}{g}$ zurückgelegt, und es muß nach den Geſetzen der gleichförmig - beſchleunigten Bewegungen dieſer Raum $\frac{\frac{1}{4}c^2}{g} = gt^2$, alſo wieder $t = \frac{c}{2g}$ und v oder $2gt = c$ ſeyn, d. h. der Körper braucht zum Rückgange wieder eben die Zeit, die er im Fortgange zubrachte, und langt mit eben der Geſchwindigkeit wieder an, mit der er anfänglich ausgieng.

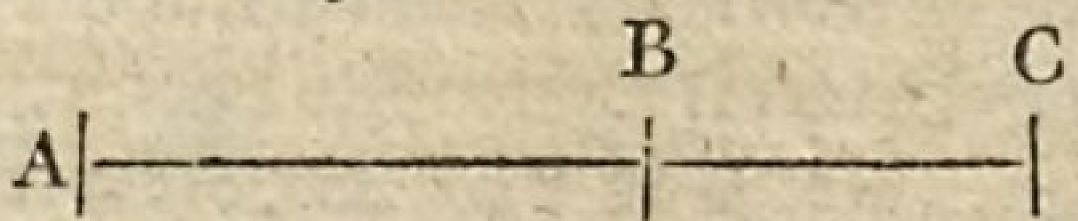
Krummlinigte Bewegung, Motus curvilineus, *Mouvement curviligne ou en ligne courbe*. Bewegung, wobey der zurückgelegte Weg eine krumme Linie iſt. Da ein einmal bewegter Körper ſeine erlangte Bewegung ſtets geradlinigt fortſetzt, ſ. Trägheit, ſo kan eine krummlinigte Bewegung nicht anders entſtehen, als wenn eine andere Kraft den Körper ſtets aus ſeiner vorigen Richtung bringt. Daher gehören die krummlinigten Bewegungen ſtets zu den zuſammengeſetzten, ſ. zuſammengeſetzte Bewegung.

Krummlinigte Bewegungen ſind, wie alle Bewegungen überhaupt, entweder frey (motus liber), wo der Weg des Körpers blos durch die in ihn wirkenden Kräfte beſtimmt wird, oder ſie erfolgen auf vorgeſchriebenen

Wegen (motus non liber), wo die Kräfte nicht den Weg beſtimmen, ſondern nur die Geſchwindigkeit ändern können. Zu den freyen krummlinigten Bewegungen gehören die Bewegung geworfner Körper (motus projectorum ſ. projectilium), ſ. Wurf, und die Bewegungen durch Centralkräfte, wie die der Himmelskörper, ſ. Centralbewegung. Unter den auf vorgeſchriebenen Wegen ſind die merkwürdigſten das Schwingen der Penduln oder die Schwungbewegung, ſ. Pendul, der Fall im Kreiſe, ſ. Fall der Körper, und der tavtochroniſche Fall durch die Cycloide, ſ. Tavtochroniſche Linie.

Die Betrachtung der krummlinigten Bewegungen macht einen wichtigen Theil der höhern Mechanik aus. Ihre Gründe beruhen auf dem Geſetze der zuſammengeſetzten Bewegung, mit dem Satze $ds = vdt$, und dem unter dem Worte: Kraft, beſchleunigende, angeführten ($dv = 2gfdt$) verbunden. Noch im Fortgange dieſes Artikels werden bey dem Worte: Zuſammengeſetzte Bewegung, einige hiezu gehörige Formeln vorkommen.

Relative Bewegung, Motus relativus, *Mouvement relatif.* Veränderung des relativen Orts oder der Lage gegen einen oder mehrere andere Körper. Dieſe andern Körper werden dabey gleichſam zum feſten Standpunkte angenommen, oder es wird geſetzt, daß ſie ruhen. Dieſe Vorausſetzung kan und wird ſehr oft falſch ſeyn. Daher iſt die relative Bewegung mehrentheils eine ganz andere, als die abſolute. Gemeinſchaftlich bewegte Körper ändern ihre Lage gegen einander nicht, ſind alſo in relativer Ruhe, und doch in abſoluter Bewegung. Wer auf einem Kahn die Ufer gegen ſich kommen ſieht, dem ſind die darauf ſtehenden Bäume in relativer Bewegung, weil er ihre Lage auf ſich bezieht; dem, der am Ufer ſteht, ſind ſie in relativer Ruhe.



Geht ein Körper von A nach C, indem ein anderer von A nach B geht, ſo ſind ihre abſoluten Bewegungen durch die

Räume AC und AB gegangen; die relative Bewegung des erſten gegen den zweyten aber iſt nur durch BC gegangen. Um ſo viel nemlich hat ſich die Lage beyder gegen einander geändert. Wird nun der zweyte ruhend angenommen, ſo iſt es ſo viel, als ob der erſte nur durch BC gegangen wäre, oder nur ſo viel Geſchwindigkeit gehabt hätte, als nöthig iſt, ihn in dieſer Zeit durch BC zu führen. Dieſes heißt relative Geſchwindigkeit.

Auch ſcheinbare Bewegungen werden oft zu gewiſſen Abſichten relativ betrachtet. Bey Mondfinſterniſſen z. B. geht der Erdſchatten ſowohl, als der Mond, mit gemeiner und eigner Bewegung fort. Man nimmt aber den Erdſchatten als ruhend an, und betrachtet blos des Monds relative Bewegung durch ihn, um die Rechnungen und Conſtructionen zu erleichtern.

Da nichts auf der Erde, vielleicht nichts in der Welt, in abſoluter Ruhe iſt, ſo ſind alle Bewegungen, die wir wahrnehmen und unterſuchen, nur relative, ob wir ſie gleich, wie abſolute, betrachten. Wir beziehen ſie nemlich auf gewiſſe Standorte, die wir als unbewegt anſehen, ob ſie gleich in der That bewegt werden.

Scheinbare Bewegung, Motus apparens, *Mouvement apparent*. Bewegung, wie ſie dem Auge aus einem gewiſſen Geſichtspunkte erſcheint. Der bey der Bewegung durch ST (Taf. IV. Fig. 57.) beſchriebene Raum erſcheint dem Auge O unter dem Winkel SOT (ſ. Sehewinkel; Größe, ſcheinbare). So lang ſich nicht gewiſſe aus Nebenumſtänden gezogne Urtheile der Seele über wahre Größe und Entfernung mit einmiſchen, ſo lang beurtheilt man auch den Raum blos nach der Größe dieſes Winkels, die aber zugleich von der Entfernung OS und dem Winkel OST abhängt, und alſo für anders geſtellte Augen verſchieden ſeyn kan, wenn gleich ST immer ebendaſſelbe bleibt. Bemerkt man nichts davon, daß T weiter vom Auge liegt, als S, ſo wird der Körper durch einen Bogen, wie SV, zu gehen ſcheinen, indem er in der That durch die gerade Linie ST geht.

Dazu kömmt noch, daß vielleicht das Auge ſelbſt bewegt wird, indem es zu ruhen glaubt, und alſo nur relative Bewegung ſieht, die man ſehr irrig für abſolute hält. Geht es z. B. durch Oo, indem der Körper durch ST geht, ſo wird es, wenn es ſich ruhend glaubt, die gleiche und parallele Linie os für OS nehmen, und den Körper und den Winkel sov oder durch sv bewegt ſehen, indem er durch ST bewegt wird.

Man muß daher ſcheinbare Bewegung, Raum, Geſchwindigkeit nicht ſogleich für wahre nehmen. Selbſt auf der Erde täuſchen wir uns oft hiedurch, obgleich hier unſere Fertigkeit, von den wahren Entfernungen und Größen der Linien zu urtheilen, ziemlich groß iſt, und die Data zu ſolchen Urtheilen ſelten fehlen. So können uns Dinge bewegt ſcheinen, welche ſtillſtehen, zurückzugehen ſcheinen, wenn ſie vorwärts gehen u. ſ. f., wovon in allen Einleitungen in die Optik häufige Beyſpiele vorkommen. Dies geſchieht allezeit, wenn wir die wahren Entfernungen der Gegenſtände von einander nicht richtig ſchätzen, oder unſere eigne Bewegung nicht mit in das Urtheil über die Erſcheinungen bringen. Am Himmel aber, an dem wir gar keinen Maßſtab zu Beurtheilung der wahren Entfernungen haben, und gegen den ſich unſer Auge immer bewegt, ohne es zu bemerken, ſind ſcheinbare und wahre Bewegung ſo weit unterſchieden, daß man überhaupt die von der Erde aus geſehene Bewegung unter dem Namen der ſcheinbaren begreift, und ihr die aus dem Mittelpunkte der Sonne geſehene **wahre** entgegenſetzt.

Veränderte oder ungleichförmige Bewegung, Motus variatus ſ. inaequabilis, *Mouvement varié.* Bewegung eines Körpers, deſſen Geſchwindigkeit nicht immer gleich iſt. Sie wird der gleichförmigen entgegengeſetzt, und in beſchleunigte und verminderte abgetheilt, ſ. Beſchleunigte Bewegung, verminderte Bewegung.

Verminderte Bewegung, Motus retardatus, *Mouvement retardé.* Bewegung eines Körpers, deſſen Geſchwindigkeit von Zeit zu Zeit geringer wird. Solche

Bewegungen entſtehen, wenn dem bewegten Körper eine oder mehrere Kräfte ganz oder zum Theil entgegenwirken, die ihm an jeder Stelle des Weges einen Theil ſeiner Geſchwindigkeit benehmen. So wirkt die Schwere einem aufwärts geworfenen Körper entgegen. Dieſe Verminderungen laſſen ſich als negative Beſchleunigungen anſehen. Man ſ. die Worte: **Beſchleunigung, gleichförmig-verminderte Bewegung, ungleichförmig-verminderte Bewegung.**

Ungleichförmige Bewegung, ſ. veränderte Bewegung.

Ungleichförmig-beſchleunigte Bewegung, Motus inaequabiliter acceleratus, *Mouvement inégalement acceleré.* Bewegung eines Körpers, deſſen Geſchwindigkeit zunimmt, doch nicht in gleichen Zeiten mit gleicher Stärke. Eine ſolche Bewegung entſteht, wenn in den bewegten Körper eine veränderliche Kraft wirkt, die ſeiner Geſchwindigkeit von Zeit zu Zeit ſtärkere oder ſchwächere Zuſätze giebt. So wirkt die Schwere in den fallenden Körper, wenn der Raum des Falles eine gegen den Halbmeſſer der Erde beträchtliche Größe hat, wobey auf die Veränderung der Schwere Rückſicht zu nehmen iſt.

Um die Geſetze ſolcher Bewegungen zu finden, muß man das Geſetz kennen, nach welchem ſich die Kraft verändert. Gewöhnlich ſind die beſchleunigenden Kräfte nach gewiſſen Punkten gerichtet, wie die Schwere und Gravitation nach den Mittelpunkten der Erde und der Himmelskörper, und ihre Stärke richtet ſich nach der Entfernung von dieſen Punkten. Der Erfolg iſt ſo, als ob der bewegte Körper von einem ſolchen Punkte angezogen würde, obgleich dies hier nur als Vorſtellungsart angenommen wird. Man nennt hiebey die Kraft eine **Centralkraft,** den Punkt, nach dem ſie gerichtet iſt, den **Mittelpunkt der Kräfte,** und das Geſetz, nach dem ſich die Kraft ändert, das **Geſetz der Anziehung.**

Wirkt eine ſolche Centralkraft ganz allein, oder fällt ihre Richtung mit der Richtung der ſchon vorhandnen Be-

wegung zuſammen, ſo bleibt die Bewegung geradlinigt, ſ. einfache Bewegung. Hiebey ſey nun die veränderliche Kraft $= f$ (die Schwere der Erdkörper $= 1$ geſetzt), ſo wird, wenn g den Raum bedeutet, durch welchen die Erdkörper in 1 Sec. Zeit fallen,

$$dv = 2\,g\,f\,dt$$

ſeyn, ſ. Kraft, beſchleunigende. Da nun überdies $ds = v\,dt$ iſt, ſo folgt $v\,dv = 2gf\,ds$, welche Gleichungen, wenn zuvor f dem Geſetze der Anziehung gemäß durch s ausgedrückt iſt, integrirt werden müſſen, um die Geſetze einer ſolchen Bewegung zu finden.

Ein Beyſpiel eines an ſich den Naturgeſetzen gemäſſen Falles würde dieſes ſeyn. Die Gravitation verhält ſich umgekehrt, wie das Quadrat des Abſtands vom Mittelpunkt der Kräfte. Taf. IV. Fig. 58. werde der Körper A durch eine Kraft f nach C getrieben, die in T unſerer Schwere gleich oder 1 werden würde, ſonſt aber ſich nach dem Geſetze der Gravitation richtet, alſo in $A = \frac{CT^2}{CA^2}$; in $P = \frac{CT^2}{CP}$ iſt. Der anfängliche Abſtand des Körpers A von C, oder AC ſey $= a$; $CT = b$; ſo iſt für den Punkt P; $AP = s$; $CP = a - s$; $f = \frac{b^2}{(a-s)^2}$. Daher

$$v\,dv = \frac{2gb^2}{(a-s)^2}\,ds$$

und ſo integrirt, daß für $s = 0$; $v = 0$ wird,

$$\tfrac{1}{2}v^2 = \frac{2gb^2}{a-s} - \frac{2gb^2}{a}$$

Setzt man den hieraus gefundenen Werth von v in die Gleichung $ds = v\,dt$, ſo giebt eine Integration, welche für meine gegenwärtige Abſicht zu weitläuftig iſt, die Länge der Zeit t. Man findet aber die ganze Zeit durch $AC = \frac{1}{4}\pi \cdot \frac{a\sqrt{a}}{b\sqrt{g}}$, wo π die Zahlen der Ludolfiſchen Reihe für den Umfang des Kreiſes vom Durchmeſſer 1, oder 3, 1415 ...

bedeutet. Ein Körper, der frey von der Oberfläche bis in den Mittelpunkt der Erde fallen könnte (wo a = b der Halbmeſſer der Erde, etwa $22\frac{1}{2}$ Million rheinl. Schuh oder 22500000000 Tauſendtheile, alſo $\sqrt{a} = 150000$; g nach den Verſuchen über den Fall der Körper = 15625, alſo $\sqrt{g} = 125$ wäre), würde dazu $\frac{150000}{500}.\ \pi = 300.\ 3,1415..$ oder 942,45 Secunden, d. i. 15 Min. 42 Secunden Zeit nöthig haben. Er würde mit ungleichförmig-beſchleunigter Bewegung fallen, und für die Geſchwindigkeit, mit der er im Mittelpunkte anlangte, wo s = a, fände man $\frac{1}{4}v^2 = \infty$, d. i. der Körper würde mit unendlich großer Geſchwindigkeit in C anlangen, daher Euler (Mech. To. I. §. 269. 273.) fragt, ob er wohl in C bleiben, oder darüber hinaus gehen werde?

Fiele dieſer Körper, wie im Anfange, mit gleichförmig-beſchleunigter Bewegung fort, ſo würde für die ganze Zeit ſeines Falles $s = gt^2$, daher $t = \sqrt{\frac{a}{g}}$, d. i. 1200 Secunden ſeyn; oder er würde den Mittelpunkt erſt in 20 Min. erreichen. Dieſe Zeit verhält ſich zur wahren Zeit des Falles, wie $1 : \frac{1}{4}\pi$, oder wie das Quadrat des Durchmeſſers zur Kreisfläche.

Fällt die Richtung der beſchleunigenden Kraft nicht mit der Richtung des bewegten Körpers zuſammen, ſo entſtehen krummlinigte Bewegungen, welche nach den Geſetzen der zuſammengeſetzten Bewegung beurtheilt werden müſſen, und von welchen das merkwürdigſte bey dem Worte: Centralbewegung, mitgetheilt werden ſoll.

Ungleichförmig verminderte Bewegung, Motus inaequabiliter retardatus, *Mouvement inégalement retardé*. Bewegung eines Körpers, deſſen Geſchwindigkeit in gleichen Zeiten ungleich abnimmt. Eine ſolche Bewegung entſteht, wenn eine veränderliche Kraft der Bewegung eines Körpers ganz oder zum Theil entgegenwirkt, und ſeiner Geſchwindigkeit von Zeit zu Zeit mehr oder weniger benimmt. So bewegen ſich die Planeten in dem Theile ihrer Bahn, in welchem ſie ſich von der Sonne

entfernen, wo die Gravitation ihre Bewegung zuerſt ſtärker, dann ſchwächer vermindert.

Bey der Betrachtung dieſer Bewegungen ſind die Formeln und Rechnungen von den für ungleichförmig-beſchleunigte nur darinn verſchieden, daß hier Verminderung als negative Beſchleunigung betrachtet, und ſtatt des vorigen d v, jetzt — d v geſetzt wird. Man ſondert ſie daher nur ſelten, und bey den Centralbewegungen kömmt in der einen Helfte der Bahn Beſchleunigung, in der andern Verminderung vor, ſ. Centralbewegung.

Wahre, wirkliche Bewegung, Motus verus, *Mouvement réel.* Der Name zeigt ſeine Bedeutung ſelbſt; man ſetzt nemlich die wahre Bewegung durch den Raum ST Taf. IV. Fig 57. der ſcheinbaren durch den Winkel O oder o entgegen. In der Sternkunde heißt **wahre Bewegung** der Planeten, die aus der Sonne geſehene. Man nimmt nemlich die Sonne als abſolut ruhend an.

Wenn das Auge ruht, ſo kan man aus der ſcheinbaren Bewegung die wahre finden, wenn die Entfernung OS und der Winkel OST bekannt ſind, weil alsdann im Dreyeck OST die Seite OS nebſt zween Winkeln gegeben iſt. Wenn OST ein rechter Winkel iſt, ſo hat man $ST = OS \times \tan O$.

Iſt das Auge bewegt, ſo müſſen noch überdies Oo und der Winkel SOo bekannt ſeyn, wenn man aus dem Winkel o den Raum der wahren Bewegung beſtimmen will.

Zuſammengeſetzte Bewegung, Motus compoſitus, *Mouvement compoſé.* Aus dem Zuſammenkommen mehrerer Bewegungen, deren Richtungen Winkel mit einander machen, entſteht zuſammengeſetzte Bewegung. Da man jede Bewegung als durch eine Kraft erzeugt anſehen kan, ſo läßt ſich zuſammengeſetzte Bewegung auch ſo erklären: Sie iſt Bewegung eines Körpers, der von zwoen oder mehreren Kräften zugleich getrieben wird, deren Richtungen nicht in einerley gerade Linie fallen. So wird der Kahn AB, Taf. IV. Fig. 59., von beyden Ufern her zugleich nach den Richtungen BD, BE gezogen, mit zuſam-

mengeſetzter Bewegung nach B C fortgehen. Eine horizontal oder ſchief geworfener Körper, in welchen die Schwere unter einem gewiſſen Winkel mit der Richtung des Wurfs wirkt, beſchreibt ſeine Bahn mit zuſammengeſetzter Bewegung.

Grundſatz. Wenn in einem Körper A Taf. IV. Fig. 60. zwo gleichförmige Bewegungen zugleich hervorgebracht werden, deren eine ihn in einer gewiſſen Zeit durch den Raum AB, die andere in eben der Zeit durch A C würde geführt haben, ſo folgt er weder der einen noch der andern allein, ſondern geht in eben der Zeit durch A D, die Diagonallinie des Parallelogramms A B C D, deſſen Seiten die Räume beyder Bewegungen, unter dem gehörigen Winkel zuſammengeſetzt, ſind.

Dieſer Satz wird ſchon durch bloßes Nachdenken erkannt. Soll der Körper beyden Bewegungen zugleich folgen, ſo muß er am Ende jedes Zeittheils da ſeyn, wohin ihn beyde würden geführt haben, wenn ſie, eine nach der andern, erfolgt wären. Am Ende der ganzen Zeit muß er alſo in D ſeyn; weil ihn die Bewegung A B nach B, die zweyte A C, nun aus B nach D würde geführt haben. Da die Bewegungen gleichförmig ſind, ſo würde ihn die erſte in der Helfte dieſer Zeit durch $Ab = \frac{1}{2} AB$, die zweyte durch $bd = \frac{1}{2} AC$ geführt haben; er wird alſo in der Helfte der Zeit auf der Mitte der Diagonale ſeyn. So läßt ſich begreifen, daß er am Ende jedes Zeittheils auf irgend einem Punkte der Diagonale ſeyn, alſo am Ende der ganzen Zeit die gerade Linie A D beſchrieben haben muß. Auch ſieht man, daß die zuſammengeſetzte Bewegung durch A D ſelbſt gleichförmig ſeyn müſſe, weil ſtets, man nehme b und c, wie man wolle, $Ad : AD = Ab : AB = Ac : AC$ iſt.

Man beſtätigt ihn aber auch durch Verſuche, wozu 's Graveſande, Nollet u. a. eigne Maſchinen angeben. Die einfachſte aus Eberhard (Erſte Gründe der Naturl. Halle 1767. 8. §. 64.) Taf. IV. Fig. 61. beſteht aus einer viereckichten Tafel, auf deren oberer Kante die Walze E fortgerollt wird, um welche ein Faden gewickelt iſt, der

die Kugel A trägt. Beym Fortrollen der Walze geht die Kugel durch AD, in dem ſie das Abwickeln des Fadens und ihre Schwere durch AC, der Fortgang der Walze durch AB fortführt. Mir ſcheinen ſolche Verſuche entbehrlich; die Ueberzeugung, die ſie gewähren ſollen, iſt nur Schimmer gegen die Klarheit, mit der der Satz an ſich ſelbſt einleuchtet.

Der Raum AD Taf. IV. Fig. 60. kan nie ſo groß ſeyn, als die Summe der beyden Räume der einzelnen Bewegungen AB und AC geweſen ſeyn würde, weil die Diagonale eines Parallelogramms jederzeit kürzer iſt, als die Summe ſeiner beyden Seiten. Er iſt aber deſto gröſſer, je kleiner der Winkel BAC iſt, oder je mehr die Richtungen beyder Bewegungen AB und AC conſpiriren, deſto kleiner, je größer dieſer Winkel iſt, oder je mehr die Richtungen beyder Bewegungen aus einander gehen.

Sind die Räume AB und AC nebſt ihrem Winkel BAC = k bekannt, ſo giebt die Trigonometrie

$$AD = \sqrt{(AB^2 + AC^2 - 2 AB. AC. \text{coſ. k.})}$$

ingleichen $\text{ſin. o} = \frac{AC \text{ ſin. k}}{AD}$ und $\text{ſin.m} = \frac{AB \text{ ſin. k}}{AD}$

Kommen drey und mehrere Bewegungen zuſammen, ſo kan man zuerſt zwo davon zuſammenſetzen, dann die daraus entſtandene zuſammengeſetzte Bewegung, als eine einfache betrachtet, mit der dritten u. ſ. f. zuſammenſetzen.

Sind die Bewegungen veränderte oder ungleichförmige, ſo kan man ſie wenigſtens in unendlich kleinen Zeittheilchen als gleichförmig anſehen, und ihre Differentialgleichungen aus dem Satze der zuſammengeſetzten Bewegungen herleiten, woraus ſich bald folgern läßt, daß die zuſammengeſetzte Bewegung geradlinigt bleibt, wenn nur die Richtungen der einfachen Bewegungen immer parallel, und die Geſchwindigkeiten an jeder Stelle des Wegs in einerley Verhältniſſe bleiben.

Aendern ſich die Richtungen oder die Verhältniſſe der Geſchwindigkeiten, ſo wird der Weg eine krumme Linie, ſ. die Worte: Wurf, Centralbewegung.

Iſt die Bewegung AC gegen AB unendlich klein, ſo verſchwindet auch der Winkel o gegen m und k. Man kan alsdann k = m und AD = AB ſetzen, und findet aus dem Dreyecke BED den verſchwindenden Unterſchied zwiſchen AD und AB, oder das Element

$$ED = BD.\ \mathrm{coſ.}\ m = AC.\ \mathrm{coſ.}\ k.$$

Weil die Linie AD die Diagonale mehrerer Parallelogrammen, wie z. B. des Rechtecks AFDG, seyn kan, ſo kan man die Bewegung durch AD auch ſo anſehen, als ob ſie durch Zuſammenſetzung der Bewegungen AF und AG entſtanden wäre. Der Erfolg würde derſelbe ſeyn, wenn der Körper in eben der Zeit durch AF und AG, ſtatt durch AC und AB, getrieben würde. Dieſe Vorſtellung nennt man **Zerlegung** der Bewegungen (reſolutio motus).

Wird die Bewegung durch AD, wie in der Figur, ſo zerlegt, daß AF und AC einerley Richtung behält, und AG oder DF darauf ſenkrecht ſteht, ſo iſt

$$AF = AD.\ \mathrm{coſ.}\ m \text{ und } DF = AD.\ \mathrm{ſin.}\ m$$

und für ein gegen AB verſchwindendes AC, wo AD = AB und m = k;

$$AF = AB.\ \mathrm{coſ.}\ k \text{ und } DF = AD.\ \mathrm{ſin.}\ k$$

welches mit dem vorigen verbunden folgende Formeln zu Beſtimmung krummlinigter Bewegungen giebt.

$$\text{I.)}\ \mathrm{ſin.}\ o = \frac{AC.\ \mathrm{ſin.}\ k}{AB} = \frac{AC.\ DF}{AB^2}.$$

$$\text{II.)}\ ED = AC.\ \mathrm{coſ.}\ k = \frac{AC.\ AF}{AB}.$$

Die Zuſammenſetzung und Zerlegung der Bewegungen iſt bey Erklärung der Bewegungen durch ſchiefwirkende Kräfte von dem ausgebreitetſten Nutzen. Da Bewegungen jederzeit als Wirkungen von Kräften angeſehen werden können, ſo wird ſie auch **Zuſammenſetzung** und **Zerlegung der Kräfte** genannt, unter welchen Worten ausführlicher von ihr gehandelt werden ſoll. Etwas von der Geſchichte der Entdeckungen über die Bewegung und ihre Geſetze ſ. bey dem Worte: **Mechanik**, wo auch einige hieher gehörige Schriften angeführt werden.

Biegſamkeit, Flexibilitas, *Flexibilité*. Die Fähigkeit feſter Körper, ſich beugen zu laſſen, d. i. Kräften, die auf ihre Theile wirken, ſo nachzugeben, daß dadurch eine Veränderung der Geſtalt entſteht. Ihr wird die Härte, ingleichen die Steife oder Unbiegſamkeit (rigiditas, *roideur*) entgegengeſetzt. Härte bezieht ſich mehr auf Unmöglichkeit der Zuſammendrückung, Trennung und Aenderung der Lage der Theile überhaupt, Steife auf Unmöglichkeit einer Aenderung der Richtung, nach welcher die Theile in die Länge fortgehen.

Diejenigen Körper, welche die durchs Beugen angenommene Geſtalt behalten, heißen **weiche**, die aber, wenn die beugende Kraft aufhört, ihre vorige Geſtalt wieder annehmen, **elaſtiſche, federharte** Körper.

Alle bekannte feſte Körper ſind in einigem Grade biegſam, daher es keine vollkommen harten und ſteifen Körper giebt. Ein gebogner Körper bildet einen oder mehrere Hebel, wo der Punkt, der ſeine vorige Lage behält, der Ruhepunkt iſt. Aus dieſem Grunde vermag nach den Geſetzen des Hebels die beugende Kraft deſto mehr, je größer ihre Entfernung von dieſem Punkte iſt. Daher beugen ſich lange und dünne Körper, z. B. lange Stangen u. dgl., ſchon durch ihr eignes Gewicht. Ein ſchlaffes Seil an beyden Enden befeſtiget, beugt ſich durch ſein eignes Gewicht in eine beſondere krumme Linie, die **Kettenlinie** (catenaria, *chainette*), deren Natur die höhere Mathematik unterſucht, und nach deren Geſtalt die Feſtonen und Fruchtſchnüre in den architektoniſchen Verzierungen gezeichnet werden müſſen. In der ausübenden Mechanik muß man auf die Steife der Seile, als auf ein Hinderniß der Bewegung der Maſchinen, Rückſicht nehmen, da man in der Theorie die Seile als vollkommen biegſam annimmt, ob ſie gleich jederzeit der Beugung deſto mehr Widerſtand entgegenſetzen, je neuer und dicker ſie ſind, und je mehr ſie ſich krümmen ſollen.

Bier, Cereviſia, *Bierre*. Ein geiſtiger Liquor, den man aus allen mehlartigen Samen bereiten kan, ins-

gemein aber aus Gerſten oder Weizen brauet, ein Wein aus Körnern.

Das Mehl aller Körner, durch Waſſer ausgezogen, geräth im gehörigen Grade der Wärme von ſelbſt in Gährung. Damit aber das Schleimichte der Miſchung die Gährung weniger aufhalte, feuchtet man die Körner an, und läßt ſie bey einiger Wärme zu keimen anfangen, unterbricht aber das Wachsthum des Keims ſogleich durch ein gelindes Röſten oder Darren vermittelſt des Feuers oder der Luft. Dadurch wird die Zähigkeit des Schleims beträchtlich verdünnet. Das ſo zubereitete **Malz'** wird zermalmt oder geſchroten, alles, was davon im Waſſer auflöslich iſt, durch warmes Waſſer herausgezogen, und in Pfannen bis zu einem beſtimmten Grade abgeraucht. Man ſetzt hiebey zu Erhöhung des Geſchmacks eine annehmlich bittre Pflanze, z. B. Hopfen, zu, und läßt den Liquor auf Fäſſern gähren, ſ. **Gährung**. Das Bier enthält, wie alle geiſtige Liquoren, eine große Menge fixes oder mephitiſches Gas, ſ. **Gas**.

Macquer chym. Wörterb. Art. Bier.

Bierprobe, Bierwage, ſ. Aräometer.

Bild, Imago, *Image*. Oft nehmen Lichtſtralen, die von einem Gegenſtande kommen, ſolche Wege, daß ſie aus einem Orte, in welchem der Gegenſtand nicht iſt, doch in eben der Ordnung ins Auge fallen, als ob ſie von dem Gegenſtande ſelbſt kämen. Für das Auge iſt das ſo viel, als ob etwas dem Gegenſtande ähnliches an dieſem Orte wäre. Es ſieht alſo da etwas, welches das **Bild** des Gegenſtandes, ſo wie der Ort ſelbſt, **Ort des Bildes** genannt wird. Dies ereignet ſich vornemlich bey der Zurückwerfung und bey der Brechung der Lichtſtralen, oder wenn wir Gegenſtände in Spiegeln und durch Gläſer betrachten.

Wenn zurückgeworfene Stralen Bilder zeigen ſollen, ſo iſt nöthig, daß aus **einer** Stelle der zurückwerfenden Fläche nur Licht aus **einer** Stelle des Gegenſtandes ins Auge geworfen werde. Giebt einerley Stelle der Wand meinem Auge Licht aus allerley Punkten der gegenüberſte-

henden Körper, ſo ſehe ich nur Licht, Erleuchtung der Wand, wenn die gegenüberſtehenden Körper erleuchtet ſind, einen Wiederſchein, aber kein Bild. Werden aber, wie im verfinſterten Zimmer, die Stralen durch eine Oefnung im Laden, oder durch ein Glas, ſo geſondert, daß auf jede Stelle der Wand nur Licht aus einem beſtimmten Punkte eines gegenüberſtehenden Körpers fällt, ſo zeigt die Wand ein Bild, ſ. Zimmer, verfinſtertes. Ohne dieſe Veranſtaltung werfen rauhe Flächen nur Licht, nie Bilder zurück; ihre Rauhigkeit beſteht eben darinn, daß ſich jede Stelle auf ihnen als eine Anzahl mehrerer unter verſchiedenen Winkeln geneigter Flächen anſehen läßt, deren jede Licht von andern Punkten des Gegenſtandes ins Auge bringt. Glatte ebne Flächen hingegen geben dem Auge aus jeder Stelle nur Licht von einem einzigen Punkte der gegenüberſtehenden Körper; das Auge wird daher ſo gerührt, wie von dieſen Körpern ſelbſt; darinn liegt der Grund, warum glatte Flächen oder Spiegel Bilder anderer Körper, rauhe hingegen nur Licht und dadurch ſich ſelbſt zeigen.

Man kan eben dies auch von den gebrochnen Stralen ſagen. Mattgeſchliffne Gläſer, deren Flächen rauh ſind, oder durchſichtige Maſſen mit vielen Riſſen und Spalten, in welchen die Brechung das Licht unordentlich durch einander wirft, z. B. das Eis, laſſen nur Erleuchtung durch, zeigen aber nie Bilder, da hingegen durch ein wohlpolirtes reines Glas die Gegenſtände ſelbſt, oder vielmehr Bilder derſelben geſehen werden.

Unter welchen Umſtänden ſolche Bilder aufgerichtet oder umgekehrt, unter größern oder kleinern Winkeln als die Gegenſtände ſelbſt, deutlich oder undeutlich, erſcheinen, wird bey den Worten: Spiegel, Linſengläſer, Fernrohr, Vergrößerungsglas, umſtändlicher gezeigt werden. Auch kömmt bey den Worten: Spiegel, Polyeder, etwas von der Vervielfältigung der Bilder vor. Hier werde ich nur noch der verſchiednen Grundſätze der Optiker über den ſcheinbaren Ort oder die Stelle dieſer Bilder gedenken.

Die ältern Optiker nahmen an, der Ort des Bildes I (Taf. IV. Fig. 62.) falle in den Durchſchnittspunkt I des ins Auge kommenden Strales H E I mit dem aus dem Gegenſtande A auf die brechende oder zurückwerfende Fläche S V gefällten Lothe A C I. Man gründete ſich hiebey auf die Erfahrung, daß das Bild einer auf den Spiegel ſenkrecht geſtellten Linie A C. jedem Auge wie H K, es ſtehe, wo es wolle, eine Verlängerung dieſer Linie, wie C I, auszumachen ſcheine. Dieſe Erfahrung iſt beym Planſpiegel deutlich und unbezweifelt. Ein Stock A C, lothrecht an den Planſpiegel S V gehalten, wird von jedem Auge im Spiegel in der Lage I C ſo geſehen, daß Stock und Bild in einer vollkommen geraden Linie A C I liegen. Bey erhabnen und Hohlſpiegeln glaubte man eben dieſes wahrzunehmen; auch ward behauptet, daß von einer geraden lothrecht ins Waſſer geſenkten Linie, wie A I, der im Waſſer befindliche Theil C I zwar verkürzt, aber doch noch immer in gerader Linie mit A C erſcheine. Daraus ſchloß man, daß bey allen Zurückwerfungen und Brechungen jeder Punkt A ſich jedem Auge in dem Lothe A I darſtelle, welches von A auf die zurückwerfende oder brechende Fläche gefällt werden kan; da nun überdies das Bild dem Auge nach der Richtung des Lichtſtrales E H liegen muß, der es dem Auge ſichtbar macht, ſo folgte hieraus, daß der Ort des Bildes ſtets in den erwähnten Durchſchnittspunkt von A I und H I falle.

Hierauf beruht alles, was die Alten von den Erſcheinungen der Bilder in Spiegeln gelehrt haben. Man iſt lange Zeit mit dieſer mangelhaften Theorie zufrieden geweſen, obgleich ſchon Kepler (Paralipom. ad Vitell. p. 59 u. f.) annimmt, der Ort des Bildes ſey da, wo die in beyde Augen kommenden Lichtſtralen ſich ſchneiden, und wenn man nur mit einem Auge ſehe, ſey für die Entfernung beyder Augen die Weite des Augenſterns H K zu nehmen. Für den Planſpiegel läuft dies alles auf eins hinaus; bey erhabnen und Hohlſpiegeln aber iſt die Erfahrung, auf welche ſich die alte Theorie gründete, nicht deutlich genug, um Lehrſätze darauf zu bauen.

Barrow (Lectiones opticae, Lond. 1674. 4.) zog die Allgemeinheit des Grundſatzes der Alten in Zweifel, weil doch das erwähnte Loth nur ein geometriſches Ideal ſey, und keine Wirkungen äußern könne, und weil die angeführte Erfahrung bey den krummen Spiegeln ungewiß werde, auch bey der Brechung der ins Waſſer geſenkte Theil eines glänzenden Fadens gegen das Auge zu rücken ſcheine. Er legte daher zum Grunde, daß der Ort des Bildes in der Spitze I des auf den Augenſtern HK fallenden Stralenkegels HIK liege (in vertice coni reflexi aut refracti). Dieſer Satz hat das für ſich, daß alle Stralen zwiſchen IK und EH völlig ſo ins Auge kommen, wie ſie aus dem Punkte I in daſſelbe kommen würden. Barrow nahm an, das Auge verlängere oder verkürze ſich, nach Beſchaffenheit des Winkels KIH, um ein deutliches Bild zu erhalten (ſ. Auge), und die Seele urtheile dadurch von der Entfernung HI. Er beſtimmt hieraus, daß bey der Brechung aus dem dichtern Mittel ins dünnere und beym erhabnen Spiegel das Bild allezeit vom Perpendikel gegen das Auge zu rücke, beym Planſpiegel in den Perpendikel ſelbſt, und beym Hohlſpiegel weiter vom Auge ab falle. Er giebt hierüber einige ſehr ſchöne geometriſche Beſtimmungen, und kömmt der Entdeckung der Brennlinien nahe, welche nichts anders als geometriſche Orte mehrerer ſolcher Spitzen von Stralenkegeln ſind. Er macht aber ſelbſt gegen ſeinen Grundſatz den Einwurf, daß von Gegenſtänden, durch erhabne Gläſer betrachtet, doch Bilder geſehen werden, wenn gleich die Vereinigungspunkte der Stralen oder die Spitzen der aufs Auge fallenden Stralenkegel, d. i. die Orte der Bilder, gar nicht vor dem Auge, ſondern vielmehr erſt hinter demſelben liegen.

Dieſen Einwurf beantwortete **Berkley** (Eſſay towards a new theory of viſion, Dublin 1709. 8.). Die Seele, ſagt er, urtheilt von der Entfernung des Bildes und alſo von der Stelle deſſelben aus dem Grade ſeiner Deutlichkeit. Nun iſt die Undeutlichkeit eben ſo groß, wenn ſich die aus einem Punkte gekommenen Stralen vor der Netzhaut, als wenn ſie ſich erſt eben ſo weit hinter der-

ſelben wieder vereinigen. Liegt die Spitze des Stralenkegels hinter dem Auge, ſo ſind die Stralen convergent, und vereinigen ſich ſchon vor der Netzhaut; aber die daraus entſtehende Undeutlichkeit iſt eben ſo groß, als wenn ſie ſich erſt in einem gewiſſen Punkte hinter ihr vereiniget hätten, oder aus einer vor dem Auge liegenden Stelle ausgefahren wären. Smith wendet dagegen wieder ein, nach dieſer Theorie müßten die durch Gläſer betrachteten und undeutlich geſehenen Gegenſtände jederzeit dem Auge näher als 1—2 Schuhe zu liegen ſcheinen (die Weite, in der das bloße Auge gewöhnlich deutlich ſieht), welches der Erfahrung entgegen ſey. Smith leitet daher das Urtheil über die ſcheinbare Stelle des Bildes aus der ſcheinbaren Größe her. Die Seele, ſagt er, ſetzt das Bild dahin, wohin ſie es ohne Glas oder Spiegel ſetzen würde, wenn es unter eben der Größe, wie durchs Glas oder im Spiegel, erſchiene. Dies ſtreitet aber wieder mit den Erfahrungen in den krummen Spiegeln, da in den erhabnen die Gegenſtände kleiner und näher zugleich, in den hohlen größer und entfernter zugleich geſehen werden. Erhabne Gläſer zeigen nach Montucla den Rand des Tiſches, von oben herab betrachtet, entfernter, ſo daß die, die ihn berühren wollen, mit dem Finger unter den Tiſch fahren. Der ins Waſſer geſenkte Theil eines lothrechten Fadens ſcheint dem Auge näher gerückt, da er nach Smiths Erklärung weiter gerückt ſcheinen müßte, weil er verkleinert wird.

Kraft (Comm. Petrop. Vol. XII. p. 252. 256.) hat Barrows Grundſatz vertheidigt. Beym ſchwerſten Falle, wo nemlich im Hohlſpiegel ein Bild geſehen wird, wenn gleich die Spitzen der zurückgeworfenen Stralenkegel hinter dem Auge liegen, meynt er, man könne in dieſem Falle den Spiegel als eine Menge ebner Flächen betrachten.

Da ſich beym Urtheile über ſcheinbare Entfernung der Gegenſtände von uns, unſtreitig vielerley Begriffe vereinigen, die wir ſelbſt nicht allezeit aus einander ſetzen können, ſ. Entfernung, ſcheinbare, ſo geht es wohl mit den

Bildern, die uns Gläſer und Spiegel zeigen, eben ſo, wie mit dem, was die bloßen Augen ſehen; wir können unſer Urtheil über die Stelle dieſer Bilder auf keine einfachen und beſtimmten Grundſätze zurückführen. Im Planſpiegel zeigt ſich alles ſo, wie mit bloßem Auge betrachtet; hiebey laufen auch alle angeführte Theorien in eine zuſammen. Aber für zuſammengeſetzte Fälle, wie bey krummen Spiegeln und Gläſern, entſteht eine neue für uns ungewöhnliche Art zu ſehen, bey der wir nach unbeſtimmten Regeln, vielleicht ſelbſt einer anders, als der andere, urtheilen. Herr Käſtner (De objecti in ſpeculo ſphaerico viſi magnitudine apparente, Comm. Nov. Soc. Gotting To. VIII. 1777.) zeigt, daß es in krummen Spiegeln eigentlich gar kein Bild gebe, weil man gar keinen Punkt angeben kan, aus dem die von einem Punkte des Gegenſtandes ins Auge fallenden Stralen alle herkämen, daß es alſo vergebliche Arbeit ſey, die Stelle dieſes Bildes, wie beym Planſpiegel, aufzuſuchen.

Smith vollſt. Lehrbegrif der Optik durch Käſtner, S. 398. 401. u. f.

Montucla hiſtoire des mathematiques, To II. P. IV. L. 9. c. 2.

Prieſtley Geſch. der Optik, durch Klügel, S. 491 u. f.

Binoculartelescop, Tubus binocularis, *Teleſcope binoculaire*. Zween Fernröhre oder Teleſcope, auf einem Stative ſo verbunden, daß man ihre Axen nach einerley Gegenſtande richten, und denſelben mit beyden Augen zugleich betrachten kan. Der P. Rheita, dem man auch die Erfindung des Erdfernrohrs zu danken hat, gab es zuerſt an (Ocul. Enochi atque Eliae, Antv. 1665. fol.), und der P. Cherubin d'Orleans (Dioptrique oculaire, Paris 1671. fol.) ſuchte es mehr in Gang zu bringen. Montucla urtheilt davon, die Vortheile, die ſolche Inſtrumente in Abſicht auf Lebhaftigkeit des Bilds ꝛc. gewährten, höben ſich gegen die Unbequemlichkeiten des Stellens wieder auf.

Ich ſahe im Jahre 1778 in Leipzig ein dem Herrn Grafen von Brühl zuſtändiges Inſtrument aus zwey

Teleſkopen, deren Spiegel einen Londner Schuh Brennweite hatten. Die Spiegel waren von Mudge, der Mechaniſmus zum Stellen von Nairne, beyde vortreflich. Beym Gebrauch beyder Augen ſahe man die Gegenſtände näher und lebhafter, und glaubte ſich gleichſam mehr in die Scene, die man überſah, hinein verſetzt.

Birnprobe, engl. Pear-gage, Index raritatis in vacuo Boyliano, Index pyriformis, eine birnförmige gläſerne Röhre zum Abmeſſen der unter der Glocke der Luftpumpe hervorgebrachten Verdünnung. Smeaton (Phil. Trans. Vol. XLVII. art. 69.) hat ſie zuerſt bey ſeiner Luftpumpe angebracht, ſ. Luftpumpe. Ich glaube ſie nicht beſſer, als nach Herrn Lichtenberg, beſchreiben zu können.

Unter der Glocke a (Taf. IV. Fig. 63.) iſt s q r eine oben verſchloſſene etwa 6 Zoll lange Röhre, die ſich unten bey r in einen birnförmigen Bauch ausweitet. Die Röhre iſt mit einem Diamant getheilt und zwar ſtehen von oben an gerechnet die Zahlen 2000, 1000, 750, 500 u. ſ. w. bis 25. Dieſes ſagt ſo viel, der Theil der Röhre von oben bis an den Strich 2000 iſt $= \frac{1}{2000}$ des ganzen Gefäßes u. ſ. w. Stellt man alſo unter dieſes Inſtrument ein Gefäß mit Queckſilber, jedoch ſo, daß die Birnprobe das Queckſilber nicht berührt, und pumpt die Luft aus, ſo wird ſie eben ſo ſtark unter der Probe verdünnt, als unter der Glocke überhaupt. Will man nun den Grad der Verdünnung meſſen, ſo drückt man den Drath l, an welchem die Probe befeſtigt iſt, abwärts, daß die Oefnung der Probe in das Queckſilber eindringt, und läßt die äußere Luft zu, die dann durch ihren Druck das Queckſilber in die Probe hinauftreibt, deſto höher, je ſtärker die Verdünnung war. Die Luft alſo, die vorher die ganze Probe erfüllte, erfüllt jetzt nur einen Theil derſelben. Aus der Vergleichung dieſes Theils mit dem Inhalte des ganzen Gefäßes läßt ſich die Verdünnung ſchätzen; dieſe Vergleichung wird aber durch die Zahlen erleichtert.

Allein hiebey muß man bedenken, daß eigentlich gefragt wird, wie vielmal dünner die Luft unter der Glocke war, als die äußere, welches nur dann durchs Inſtrument angegeben wird, wenn die innere Luft jetzt mit der äußern gleiche Dichtigkeit erhält. Dieſe hat ſie noch nicht, ſo lang das Inſtrument in der gegenwärtigen Stellung bleibt. Die Luft in s q nemlich hebt den Druck der äußern Luft nicht ganz allein auf, ſondern dieſem Drucke widerſteht noch außer ihr der Druck der Queckſilberſäule q r. Die Luft in s q iſt alſo nicht vom ganzen Drucke der Atmoſphäre zuſammengedrückt, alſo noch nicht völlig ſo dicht, als zur gehörigen Vergleichung nöthig iſt. Um ihr einerley Dichte mit der äußern zu geben, müßte man die Probe ſo tief in Queckſilber tauchen, daß es außerhalb eben ſo hoch ſtünde, als innerhalb der Röhre. Da dies unbequem wäre, verfährt man nach **Smeaton** lieber ſo: Nachdem das Queckſilber in die Probe aufgeſtiegen iſt, und ſeine größte Höhe erreicht hat, zieht man den Drath l wieder auf, daß die Mündung der Probe frey wird, ſo läuft das Queckſilber aus dem weiten birnförmigen Bauche heraus, bleibt aber in der obern engern Röhre, wenigſtens zum Theil, hängen. Hierauf nimmt man die Probe aus der Glocke heraus und hält die Röhre horizontal, da denn die kleine Queckſilberſäule, die nun dem Drucke der äußern Luft durch ihr Gewicht nicht mehr widerſteht, von derſelben ſo weit fort von q gegen s geſchoben wird, bis die eingeſchloßne Luft in s q mit der äußern gleiche Dichtigkeit hat, und folglich den Raum einnimmt, den man ſuchte.

Auf dieſe Weiſe allein läßt ſich der Grad der **Verdünnung** der Luft meſſen: Werkzeuge, die man ſonſt dazu gebrauchte, ſ. **Elaſticitätszeiger**, geben blos die Verminderung der Elaſticität an. Wollte man etwa beydes hier für einerley halten, ſo würde man oft in kaum zu überſehende Irrthümer gerathen. Beym Verdünnen der Luft entſtehen elaſtiſche Dämpfe aus der Luftpumpe, die aufs Barometer wirken, bey der Birnprobe aber durchs Zulaſſen der Luft wieder niedergeſchlagen werden, und dann nicht mehr aufs Queckſilber wirken. Daher rührt der große

Unterſchied zwiſchen der Verdünnung, die aus der Birnprobe, und der, die aus dem Elaſticitätszeiger geſchloſſen wird.

Nairne (Philoſ. Transact. Vol. LXVII. art. 32.) vergleicht durch Verſuche mit beyderley Werkzeugen die Wirkungen einer Smeatoniſchen Luftpumpe und einer gemeinen. Er behauptet, nur durch Vergleichung der Birnprobe und des Elaſticitätszeigers laſſe ſich ausmachen, was für ein Theil der ganzen unter der Glocke zurückgebliebenen Materie aus Luft, und welcher aus Dämpfen beſtehe.

Lichtenberg Beſchreibung der Smeatonſchen Luftpumpe ꝛc. in der neuen Auflage der Erxlebenſchen Anfangsgründe der Naturl. Gött. 1784. 8. nach der Vorrede.

Bitterſalzerde, Edinburgiſche Magneſie, Magneſia Edinburgenſis ſ. ſalis Ebshamenſis, *Magneſie du ſel d'Ebſom.* Eine eigne von den übrigen weſentlich verſchiedene Erde, welche, mit der Vitriolſäure verbunden, das engliſche (ebſomer, ſedlitzer, ſeidſchützer) Bitterſalz giebt, aus deſſen Auflöſung im Waſſer ſie ſich durch vegetabiliſches Laugenſalz wieder niederſchlagen läßt. Erſt D. Black (Eſſays and Obſervations phyſical and litterary publ. by a ſociety in Edinburgh. Vol. II.) hat dieſe Erde und ihre Eigenſchaften gehörig kennen gelehrt.

Sie findet ſich nicht, wie Kalk und Thonerden, für ſich, ſondern nur in den genannten Bitterſalzen und verſchiedenen Steinarten, als im Serpentin, Nieren- und Speckſteine, der brianzoner Erde, ſpaniſchen Kreide, dem Trippel, Baſalt, Schörl, Zeolith, u. a. Die durch milde Laugenſalze niedergeſchlagne Magneſie führt viel Luftſäure bey ſich, und löſet ſich in allen Säuren mit einem ſtarken Aufbrauſen auf. Durch das Brennen wird ihr dieſes Gas entzogen; ſie löſet ſich dann noch immer in den Säuren, jedoch ohne Aufbrauſen, auf. Aber ſie unterſcheidet ſich von dem ebenfalls gebrannten Kalke in den mehrſten Eigenſchaften, beſonders darinn, daß ſie nicht die geringſte Aetzbarkeit zeigt, auch im Waſſer nicht auflöslich iſt. Ueberhaupt verhält ſie ſich bey allen chymiſchen Unter-

ſuchungen, als eine eigne von andern bekannten ganz verſchiedene Erde.

Man hat ſich der gebrannten Magneſie bisher blos in der Arzneykunſt zu Dämpfung der Schärfe in den erſten Wegen bedienet. Eben dieſe Dienſte thut auch eine andere unter dem Namen der weißen Magneſie bekannte Erde, welche von der hier beſchriebnen gänzlich verſchieden, und eine wahre Kalkerde iſt, welche aus den Mutterlaugen des Salpeters und Kochſalzes durch fixes Laugenſalz niedergeſchlagen und abgeſüßt wird.

Macquer chym. Wörterbuch, durch Leonhardi, Art. Magneſia.

Blaſen, Luftblaſen, Bullae aëreae, *Bulles d'air.* So heißen kleine runde Luftmaſſen, welche entweder in eine zuſammenhangende dünne Schale von Waſſer oder einer andern flüßigen Materie eingeſchloſſen ſind, oder ſich ſonſt mitten in einer andern Materie befinden.

Wenn ſich etwas Luft in eine flüßige Materie, die einige Zähigkeit hat, eingeſchloſſen befindet, ſo ſtrebt ſie vermöge ihrer Elaſticität ſich nach allen Seiten gleich ſtark auszubreiten, und nimmt hiedurch eine kugelförmige Geſtalt an. Die Zähigkeit der flüßigen Materie macht, daß ihre zunächſt anliegenden Theile hiebey von der Luft nicht getrennt werden, ſondern um dieſelbe eine dünne Kugelſchale, oder ein zartes Häutchen bilden, das ſelbſt in der Atmoſphäre die frey ſchwebende Luftblaſe noch umgiebt, und ſich nicht eher theilt, als bis es durch das allmählige Ablaufen des Waſſers, durch einen Stoß, durch zunehmende Ausdehnung der Luft von der Wärme, oder durch irgend eine andere hinzukommende Urſache zerſprengt wird. Dann verbindet ſich die vorher eingeſchloſſene Luft mit der Atmoſphäre, und der flüßige Umſchluß fällt in der Geſtalt eines oder mehrerer Tropfen herab.

Dies iſt die Entſtehung der Waſſerblaſen (bullae aqueae, *bulles d'eau*, *bouteilles d'eau*), die ſich ſo leicht hervorbringen laſſen, wenn man das Waſſer mit Seiſe miſcht, um ſeine Zähigkeit zu vergrößern. Sie entſtehen

aber auch im reinen Waſſer und andern Flüßigkeiten, aus welchen eingeſchloßne Luft hervorgeht, oder die ſonſt mit Luft untereinander gemengt werden; nur daß ſie ſich nicht ſo leicht von ſolchen Flüßigkeiten trennen und frey machen laſſen, weil ſich der untere Theil des Umſchluſſes nicht ſo leicht, wie bey zäheren Liquoren, bildet, und die Blaſe beym Losreißen an der Seite zerſpringt. Bey ſolchen Liquoren ſchwimmen ſie blos auf der Oberfläche, die größern unter der Geſtalt von Halbkugeln oder andern Kugelſegmenten. Eine Menge ſolcher größerer und kleinerer Blaſen macht den **Schaum** aus, der überall entſteht, wo ſich ſolche Liquoren mit Luft oder luftartigen Stoffen vermengen, z. B. bey den Wellen des Meeres, beym Einſchenken des Biers, bey der Gährung und dem Aufbrauſen. Auch beym Kochen der Liquoren ſteigt die in ihnen frey gewordene Luft in Geſtalt von Blaſen auf, welche aber hier wegen der Hitze bald zerſpringen.

Das Waſſerhäutchen, welches dieſe Blaſen umgiebt, iſt äußerſt dünn, daher es bey den Seifenblaſen, wie alle dünne Scheiben, Farben zeigt, ſ. **Farben**. Wie dünn es ſey, ließe ſich etwa ſo finden. Seifenblaſen mit brennbarer Luft gefüllt, ſteigen in der Atmoſphäre in die Höhe, ſ. **Aeroſtat**. Nennt man den Durchmeſſer einer ſolchen Blaſe $= D$, die Dicke des Waſſerhäutchens $= x$, und ſetzt, die ſpecifiſchen Schweren des Seifenwaſſers, der atmoſphäriſchen und der brennbaren Luft verhalten ſich, wie m, n, ν, ſo muß, wenn die Blaſe gerade ſchweben ſoll,

$$x = \tfrac{1}{2} D - \sqrt[3]{\frac{m-n}{m-\nu}} \cdot \tfrac{1}{2} D \text{ oder nahe } \doteq \frac{n-\nu}{6(m-\nu)} \cdot D$$

ſeyn, welches man für $m = 800$; $n = 1$; $\nu = \frac{1}{7}$; $= \frac{1}{5599} D$ findet. Wenn alſo Blaſen von 2,799 oder $2\frac{4}{5}$ pariſer Zoll Durchmeſſer nicht nur ſchweben, ſondern ſogar aufſteigen, ſo muß das Waſſerhäutchen, das ſie umkleidet, noch viel weniger, als $\frac{1}{2000}$ par. Zoll Dicke haben. **Leibnitz** (Miſc. Berol. To. I. p. 123.) hat ſchon zu ſolchen Berechnungen Formeln mitgetheilt. **Newton** (Optice, L. II. P. 1. obſ. 17. ſqq.) hat ſich der Seifenblaſen zu ſeinen vor-

treflichen Verſuchen über die Farben dünner Scheibchen bedient, und giebt (ebend. P. 2. ed. Clarkii. p. 195.) eine Tabelle, die man brauchen kan, um die Dicke ihres Waſſerhäutchens zu jeder Zeit und an jeder Stelle aus der Ordnung der Farben zu finden. Dieſe Dicken gehen in der Tabelle von $\frac{3}{8}$ bis $57\frac{3}{4}$ Milliontheilchen des engliſchen Zolles. Oben iſt das Häutchen der Blaſe am dünnſten, unten ſammelt ſich das von den Seiten ablaufende Waſſer bisweilen in einen ziemlichen Tropfen. Ueberhaupt iſt das Häutchen der Blaſe anfänglich ſtärker, und zeigt noch keine Farben, bald aber fängt es durch das Ablaufen des Waſſers an dünner zu werden, und die Farben erſcheinen zuerſt am obern Theile, von welchem ſie ſich über die ganze Blaſe verbreiten. Sie wechſeln in gewiſſen von Newton ſehr genau beſchriebenen Reihen periodiſch ab, bis endlich ebenfalls am obern Theile ſchwarze Flecken entſtehen, und ſich ſo lange verbreiten, bis die Blaſe zerſpringt. **Boyle** und **Hook** hatten ſchon vor Newton Beobachtungen über dieſe Erſcheinungen der Seifenblaſen gemacht, die aus einem Kinderſpiele ein Hülfsmittel der wichtigen Entdeckungen von den natürlichen Farben dünner Körper geworden ſind.

Luftmaſſen in einer flüßigen Materie werden überhaupt **Luftblaſen** genannt, wenn ſie auch gleich mit keinem flüßigen Häutchen umſchloſſen ſind. Etwas Luft im Queckſilber eines Barometers, viel oder wenig, heißt allezeit eine Luftblaſe, wenn man gleich keine Erfahrung davon hat, daß das Queckſilber ein Häutchen darum bilde. Man hat Waſſerwagen, die aus einer mit gefärbtem Liquor faſt ganz angefüllten Glasröhre beſtehen; nur einen kleinen leer gelaſſenen Raum nimmt etwas Luft ein; dieſe Inſtrumente heißen davon Waſſerwagen mit der Luftblaſe (*niveaux à bulle d' air*), ſ. **Waſſerwage**. Selbſt in feſten Körpern, z. B. im Glaſe, Eiſe ꝛc. eingeſchloſſene Luft führt den Namen einer Luftblaſe, wenn ſie in dieſe Körper gekommen iſt, als ſie flüßig waren, und daher eine runde Geſtalt angenommen hat.

Bläschen, Dunſtbläschen, ſ. **Dünſte**.

Blendung, Bedeckung der Gläſer, Annulus aperturam lentium definiens, *Anneau, qui couvre les bords des verres dioptriques*. Bey den dioptriſchen Werkzeugen machen es die Abweichungen wegen der Kugelgeſtalt und wegen der Farbenzerſtreuung (ſ. Abweichung, dioptriſche) nöthig, die an den Rändern der Gläſer einfallenden Lichtſtralen abzuhalten. Man bedeckt daher den äußern Ring oder Rand der Gläſer mit etwas, welches die Blendung oder Bedeckung der Gläſer genannt wird. Dieſe Blendung iſt ein Ring von Pappe, Holz, Blech ꝛc. gemeiniglich ſchwarz gefärbt. Die Oefnung in der Mitte, durch welche das Licht wirklich einfällt, heißt Apertur oder Oefnung, ſ. Apertur.

Man beſtimmt die Größe der Bedeckungen und Oefnungen gemeiniglich durch Proben. Die Blendungen für die Augengläſer ſind Ringe, welche inwendig in den Röhren gemeiniglich da angebracht werden, wo die Vereinigungspunkte der Stralenkegel liegen. Größere Oefnungen verſtärken beym Objective die Helligkeit des Bildes, und beym Augenglaſe vergrößern ſie das Geſichtsfeld.

Bley, Plumbum, *Plomb*. Ein im Feuer nicht beſtändiges, dehnbares Metall, von einer weißen Farbe, welche dunkler, als beym Zinn, ausfällt. Es iſt unter allen Metallen das weichſte, und läßt ſich ohne Mühe zerſchneiden und beugen. Auf dem Schnitte erſcheint es dicht, glatt und glänzend, verliert aber dieſen Glanz bald an der Luft, ob es gleich ſonſt der Einwirkung der Luft und des Waſſers ſogar länger, als Eiſen und Kupfer, widerſteht. Es hat unter allen Metallen den geringſten Klang, und die ſchwächſte Elaſticität und Zähigkeit. Ein Bleydrath von $\frac{1}{10}$ Zoll Durchmeſſer trägt, ohne zu reißen, nicht mehr als $29\frac{1}{2}$ Pfund.

Dennoch hat es nach dem Golde, dem Silber und der Platina die beträchtlichſte ſpecifiſche Schwere. Dieſe iſt nach Muſſchenbroek (Introd. ad philoſ. nat. To. I. p. 536.) bey deutſchem ſehr reinen Bley 11,451, nach Bergmann (Anm. zu Scheffers chym. Vorleſ. S. 521.)

11,386mal größer, als die des reinen Waſſers, ſo daß ein pariſer Cubikſchuh davon etwa 828 Pfund wiegt.

Das Bley iſt ſehr leichtflüßig und ſchmelzt bey 540 Grad Wärme nach Fahrenheit, lange vorher, ehe es roth glühet. Sobald es geſchmolzen iſt, fängt es auch an, ſich zu verkalken, und zeigt auf der Oberfläche eine graue Aſche. Dieſer graue Bleykalk wird durch eine fortgeſetzte Verkalkung gelb, und heißt dann Bleygelb, Maſſicot (*jaune de plomb*), endlich ganz roth, in welchem Zuſtande er den Namen der Mennige (*minium*) bekömmt. Bey ſtärkerm Feuer ſchmelzt er alsdann ſehr leicht zu einer gelblichen glasartigen Maſſe in einer ſchuppichten Geſtalt, der Bleyglötte (lithargyrium, *litharge*). Noch ſtärker erhitzt verglaſet er ſich völlig, und bildet das Bleyglas (vitrum Saturni), eine im flüßigen Zuſtande ſo dünnflüſſige und wirkſame Maſſe, daß die dichteſten Schmelztiegel davon, wie von Waſſer, durchdrungen und mit einer Glaſur überzogen werden. Alle dieſe Kalke und Gläſer ſind ſehr ſchwer, und behalten vielen brennbaren Stof bey ſich, daher ſie ſich auch ſehr leicht wieder zu Metall herſtellen laſſen. Das Bley nimmt bey der Verglaſung alle erdichte Materien und Metalle, nur das Gold und Silber ausgenommen, an ſich. Man bedient ſich daher deſſelben zum Abtreiben des Silbers auf der Kapelle, wobey ſich das Bley nebſt den dem Silber beygemiſchten Metallen in eine Bleyglötte verwandelt, welche ſich durch Schmelzung zwiſchen Kohlen wieder anfriſchen, d. i. zu Bley wiederherſtellen läßt.

Das Bley läßt ſich von allen Säuren auflöſen. Die Bleyauflöſung in Salpeterſäure giebt behutſam abgeraucht den Bleyſalpeter (Plumbum fulminans), der ſich über dem Feuer leicht mit einem Knall entzündet. Aus eben dieſer Auflöſung ſchlägt die Vitriolſäure den Bleyvitriol, und die Salzſäure das Hornbley nieder. Auch die Pflanzenſäuren löſen das Bley mit vieler Leichtigkeit auf. In den Dämpfen der Eßigſäure überzieht ſich das Bley mit einem weißen Beſchlag, dem Bleyweiß (ceruſſa, *ceruſe*), welches Bergmann (Diſſ. de acido aëreo, §. 17.) für

einen mit Luftſäure verbundenen Bleykalk hält, weil es ſich in den Säuren mit Aufbrauſen auflöſet, und viel fixe Luft von ſich giebt. Es wird in der Oelmalerey häufig gebraucht, iſt aber für die Geſundheit derer, welche damit umgehen, gefährlich, weil es, wie mehrere Bleyproducte, die unter dem Namen der Bleykolik oder Hüttenkatze bekannte Krankheit veranlaſſet. Auch iſt es geneigt, das Brennbare wieder an ſich zu nehmen, und verliert daher bald die erſte ſchöne Weiße. Bleyweiß in Eſſig aufgelöſet giebt den **Bleyeßig**, aus deſſen Durchſeihung und Abrauchung ein in Waſſer auflößliches ſüßes Metallſalz, **Bleyſalz** und **Bleyzucker**, entſteht, deſſen Anwendung zu Verſüßung ſaurer Weine höchſt ſchädlich und ſtrafbar iſt. Auch die alkaliſchen Salze löſen das Bley auf dem naſſen Wege auf.

Die Oele und Fettigkeiten wirken auch auf das Bley, und vorzüglich auf ſeine Kalke. Bleyweiß, Mennige und Bleyglötte in Oel gekocht, machen daſſelbe ſehr **trocknend**, daher ſolches gekochtes Oel in der Malerey häufig gebraucht wird. Noch mehr Bleykalk macht die Oele, wenn ſie erkalten, zu einer zähen ſchmierigen Maſſe, daher man vielen Pflaſtern in der Wundarzneykunſt ihre Conſiſtenz durch Bleykalke giebt.

Auch mit dem Schwefel und den Metallen verbindet ſich das Bley, mit dem Eiſen am ſchwerſten, am gewöhnlichſten wird es mit dem Zinn verſetzt.

Das Bley wird ſelten oder gar nicht gediegen, am häufigſten durch Schwefel vererzet, gefunden. Dieſe Erze haben eine dunkle metalliſche und glänzende Farbe, und in ihren Theilen eine würfliche Geſtalt. Sie heißen **Bleyglanz** (Galena), und halten faſt allezeit Silber. Außerdem findet man das Bley in den weißen, grünen und rothen **Bleyſpathen**, worinn die Bleyerde mit einer beträchtlichen Menge von mephitiſchem Gas vereiniget iſt.

Dieſes Metall und ſeine Bereitungen werden häufig gebraucht. Das Bley ſelbſt dient in Gebäuden zu Platten, Waſſerbehältern und Röhren, zu Pfannen, um Alaun und Vitriol zu ſieden, zu Gewichten, zu Kugeln und

Schrot. In der Arzeneykunſt werden die Bleybereitungen äußerlich als kühlende, beruhigende, trocknende und zurücktreibende Mittel gebraucht. Sie dienen auch in der Maleren als Farbe und zum Trocknen, in der Malerey auf Schmelzwerk und Porcellan als Schmelzungsmittel, und zu den Glaſuren der irdenen Gefäße. Endlich iſt das Bley das Mittel, Gold und Silber fein zu machen und zu probiren.

Macquer chym. Wörterbuch, Art. Bley.

Bleyrecht, ſ. **Verticallinie.**

Blitz, Wetterſtral, Fulmen, *Eclair*, *Foudre*. Der Blitz iſt ein heftiger elektriſcher Funken zwiſchen zwoen Wolken, oder zwiſchen einer Wolke und einem Theile der Erdfläche, wodurch das geſtörte Gleichgewicht ihrer Elektricitäten vermittelſt eines plötzlichen und gewaltſamen Ueberganges hergeſtellt wird. **Blitz** (*éclair*) iſt die allgemeine Benennung dieſes Phänomens; **Wetterſtral, Wetterſchlag, einſchlagender Blitz** (*foudre, carreau*) heißt insbeſondere derjenige, der die Erde oder Körper auf derſelben trift; dieſer tödtet oft Menſchen und Thiere, ſchmelzt Metalle, zerſtört und entzündet Gebäude, und iſt zugleich eine der prachtvollſten, aber auch der fürchterlichſten Wirkungen der Natur, daher der Aberglaube der Alten die Blitze unmittelbar von den Göttern ſchmieden und herabſchleudern ließ.

— Cui non animus formidine Divûm
Contrahitur, cui non conrepunt membra pavore
Fulminis horribili cum plagà torrida tellus
Contremit, et magnum percurrunt murmura coelum?
Non populi gentesque tremunt, regesque ſuperbi
Corripiunt Divûm perculſi membra timore
Ne quod ob admiſſum foede, dictumve ſuperbe
Poenarum grave ſit ſolvendi tempus adactum?

Lucr. de rer. nat. V. v. 1217.

Man hielt ehedem den Blitz für eine Entzündung brennbarer in der Luft ſchwebender Dünſte (Ariſtot. Meteor.

c. 3.), welche viele Naturforſcher aus Salzen und Schwefel beſtehen ließen, um ſich daraus, wie beym Schießpulver, die Exploſion, den Donner und die gewaltſamen Wirkungen des Wetterſtrals zu erklären. Noch Muſſchenbroek (Introd. ad phil. natur. Lugd. Bat. 1760. gr. 4. §. 2522. ſqq.), der ſich hievon nicht ganz losreißen kan, nimmt beſondere Arten des Blitzes an, welche zum Theil aus einer unter der Erde entzündeten und aus dem Boden hervorbrechenden ſchweflichten Materie, zum Theil aus einem vom Himmel herabfallenden brennenden Stof beſtehen ſollen. Es iſt nicht zu läugnen, daß ſolche Naturbegebenheiten wirklich vorkommen (ſ. Gas, brennbares, Feuerkugeln), aber ſie ſind von dem Blitze ſehr weſentlich unterſchieden.

Bey den häufigen Verſuchen, welche man ſeit dem Anfange des gegenwärtigen Jahrhunderts über die Elektricität angeſtellt hat, iſt das elektriſche Licht von Mehrern mit dem Blitze verglichen worden. D. Wall (Phil. Trans. Vol. XXVI. for 1708. no. 314.) bemerkt ſchon, das Licht und Kniſtern des geriebenen Bernſteins ſey dem Blitze und Donner ähnlich, ohne jedoch dieſe Aehnlichkeit weiter, als bis auf den äußern Schein zu treiben. Nollet (Leçons de Phyſ. Paris. 1743. Vol. IV. S. 34.) geht ſchon viel weiter, und erklärt, wenn Jemand durch Vergleichung der Erſcheinungen darthun würde, daß der Donner in den Händen der Natur eben das ſey, was die Elektricität in den unſrigen iſt, und daß die Wolke dabey die Stelle des Hauptconductors der Elektriſirmaſchine vertrete, ſo werde ihm dieſe Meynung ſehr gefallen. Er ſelbſt habe auffallende Aehnlichkeiten zwiſchen beyden wahrgenommen, und hoffe, man werde vom Donner und Blitze weit richtigere Vorſtellungen, als bisher, erhalten, wenn man bey Erklärung derſelben die Elektricität zum Muſter nehmen wolle.

Was Nollet hier ſo richtig, aber doch mit Ungewißheit und nur als Vermuthung angiebt, das hat als poſitive und nicht zu bezweifelnde Wahrheit zuerſt im Jahre 1746 mein ehemaliger Lehrer, der um die Elektricität ſo verdiente Profeſſor Johann Heinrich Winkler in Leipzig

behauptet. In ſeiner Abhandlung von der Stärke der elektriſchen Kraft des Waſſers in gläſernen Gefäßen (Leipz. 1746. 8.) unterſucht er in einem eignen Capitel die Frage, ob Schlag und Funken der verſtärkten Elektricität für eine Art des Donners und Blitzes zu halten ſind? Er vergleicht die Erſcheinungen und Wirkungen beyder, und ſchließt aus denſelben auf eine vollkommene und weſentliche Gleichheit, wobey der einzige Unterſchied in den Grad der Stärke zu ſetzen ſey. Mir wenigſtens iſt keine ältere Schrift bekannt, in welcher dieſe für die Phyſik und das Wohl der Menſchen wichtige Entdeckung mit einer ſo unbedingten Gewißheit vorgetragen wäre. Ich glaube dies zur Ehre der Deutſchen und aus Dankbarkeit gegen meinen Lehrer bemerken zu müſſen, da es allgemein eingeführt iſt, **Franklin** als den erſten Urheber dieſer Entdeckung zu nennen. Winkler ſelbſt (Progr. de avertendi fulminis artificio, Lipſ. 1753.) führt ſeine Behauptung auch als die ältere und erſte an. Allein er war zu beſcheiden, um ſein Recht darauf gegen Franklin mit Nachdruck geltend zu machen, zumal da er wohl einſahe, daß dieſer große Mann ſie nicht von ihm entlehnt, auch viel weiter als er verfolgt, zuverläßiger erwieſen, und früher zum praktiſchen Nutzen angewendet hätte. Es iſt oft das Schickſal der Deutſchen geweſen, daß eine ähnliche Beſcheidenheit ihnen verdienten Ruhm entzogen hat. –

D. **Franklin** in Philadelphia war um das Jahr 1747, ſo wie **Nollet** und **Winkler**, auf die große Aehnlichkeit des Blitzes mit den Erſcheinungen des elektriſchen Funkens aufmerkſam geworden, und ſchlug bald nachher ein kühnes Mittel vor, die Meinung von der Gleichheit beyder durch Verſuche zu prüfen. Da er es zur Gewißheit gebracht hatte, daß ſpitzige Körper die Elektricität weit mehr und aus größern Entfernungen, als ſtumpfe, anzögen (ſ. **Spitzen**), ſo verfiel er auf den großen Gedanken, durch ſpitzige metalliſche Stangen den Bliz vom Himmel herab zu locken. Er machte die Erklärungen und Vorſchläge hierüber in ſeinen Briefen an Collinſon bekannt (New exp. and obſ. on electricity in ſeveral letters to

Mr. Collinſon, by Benj. *Franklin*, London. 1751. 4. Franklins Briefe v. der Elektricität, überſ. v. Wilke, Leipz. 1758. 8. S. 50 f. ingl. S. 72 u. f.). Nach einer Warnung, ſich durch den großen Unterſchied im Grade der Stärke nicht irre machen zu laſſen, führt er viele Aehnlichkeiten des Blitzes und des elektriſchen Funkens umſtändlich aus. Beyde laufen in geſchlängelten Wegen, treffen hohe und ſpitzig hervorragende Gegenſtände am leichteſten, ergreifen die leichteſten und beſten Leiter, ſengen und zünden, ſchmelzen Metalle, durchlöchern feſte Körper, machen Menſchen und Thiere blind, zerſtören das thieriſche Leben, benehmen dem Magnet ſeine Kraft, oder verkehren ſeine Pole. Schon hierdurch hält er ſich für überzeugt von der Gleichheit des Blitzes und der Elektricität, wendet die Erfahrungen von den Spitzen auf Vorſchläge zu Blitzableitern an (a. a. O. S. 87.), und giebt eine Art von Donnerhaus (S. 88.) oder eine Vorrichtung an, das Feuer der Donnerwolke herabzuziehen, und dadurch zu unterſuchen, ob ſie in der That elektriſch ſey, oder nicht.

Die vollkommene Beſtätigung dieſer Theorie hieng nur noch von unmittelbaren Verſuchen ab, welche die Elektricität der Gewitterwolken ſelbſt vom Himmel herabbrächten, dergleichen Franklin zwar vorgeſchlagen, aber noch nicht ausgeführet hatte. Dieſe Beſtätigung erfolgte zuerſt im Jahre 1752 durch Dalibart zu Marly-la-ville, und Delor zu Paris, zween eifrige Anhänger der Franklinſchen Meinungen. Der erſte befeſtigte eine 40 Fuß hohe eiſerne Stange mit ſeidnen Schnüren an Pfählen, und ſtellte ihren Fuß vor dem Regen in Sicherheit. Am 10ten May 1752 erhielt der dabey gegenwärtige Tiſchler Coiſſier bey einem entſtandnen Gewitter Funken aus derſelben, rief den Pfarrer des Kirchſpiels nebſt einer Menge Zeugen herbey, und erkannte mit ihnen die Funken offenbar für elektriſche. Delor hatte eine 99 Fuß hohe Stange aufgerichtet, aus der er acht Tage nach jenem Verſuche beym Vorüberziehen einer Gewitterwolke, welche nicht blitzte, ebenfalls Funken erhielt. Dieſe Verſuche wurden nachher

in Gegenwart des Königs wiederholt, und außer den vorhin genannten Perſonen noch vom Grafen von Buffon, Mazeas und le Monnier viel weiter getrieben. Der letztere bemerkte ſchon an einem 5—6 Schuh hoch an Seide hängenden Sprachrohre augenſcheinliche Zeichen der Elektricität, und fand eine auf Pech ſtehende Perſon, die eine 18 Fuß hohe mit Drath umwundene hölzerne Stange in der Hand hielt, beym Gewitter elektriſch.

Noch in eben dem Jahre wurden in den Monaten Julius und Auguſt in England ähnliche Verſuche von Canton, Wilſon und Bevis angeſtellt, wodurch die Frankliniſche Behauptung der Gleichheit des Blitzes und elektriſchen Funkens außer allem Zweifel geſetzt, und von Canton ſchon entdeckt ward, daß unter den Wolken einige poſitiv, andere negativ elektriſch ſind.

Zu eben der Zeit erhielt Franklin ſelbſt, ohne noch etwas von den Verſuchen in Frankreich zu wiſſen, eine Beſtätigung ſeiner Theorie vermittelſt eines elektriſchen Drachen, ſ. Drache, elektriſcher. Mit dieſem Werkzeuge, welches aus zween kreuzweis gelegten Stäben und einem darüber geſpannten ſeidnen Schnüpftuche beſtand, mit einer eiſernen Spitze verſehen und an einer hanfenen Schnur gehalten ward, gelang es ihm im Junius 1752, beym Vorüberziehen einer Gewitterwolke, aus einem an der Schnur befeſtigten Schlüſſel Funken zu erhalten, welche noch ſtärker wurden, als die Schnur naß und dadurch ein beſſerer Leiter geworden war. Im September 1752 richtete er auch eine iſolirte eiſerne Stange auf, um den Blitz in ſein Haus herabzuleiten, und befeſtigte daran zwey Glöckchen, wie das elektriſche Glockenſpiel (ſ. Glockenſpiel, elektriſches), welche ihn durch ihr Läuten benachrichtigten, wenn die Stange elektriſirt ſey. Er fand durch dieſe Geräthſchaft am 12 Apr. 1753 bey einem ſtarken Gewitter die Elektricität der Wolken negativ, beobachtete auch noch in demſelben Jahre Wolken von poſitiver Elektricität, Uebergänge von einer Elektricität in die andere, und elektriſche Erſcheinungen in der Atmoſphäre auch

außer den Zeiten der Donnerwetter. (ſ. Franklins Briefe S. 146 u. f.)

Von dieſer Zeit an wurden die Beobachtungen über die Elektricität der Gewitter vermittelſt iſolirter Stangen und elektriſcher Drachen in mehrern Ländern häufig angeſtellt. Beſonders hat ſich Beccaria zu Turin durch die Menge und Mannigfaltigkeit ſeiner Verſuche (Lettere dell' ellettricismo, Bologna 1758. 4.) und de Romas zu Nerac durch die ſtarke Elektricität, welche er nicht ohne Gefahr vermittelſt eines elektriſchen Drachen herabbrachte (ſ. Drache, elektriſcher), ausgezeichnet. Der verdiente Profeſſor Richmann in Petersburg ward ein trauriges Opfer dieſer Unterſuchungen. Er hatte am Dache ſeines Hauſes eine eiſerne Stange ausgeſteckt, wovon iſolirte metallene Dräthe in das Haus geleitet, und noch am Ende durch einen gläſernen Becher iſolirt waren, damit die Elektricität der Gewitterwolken ſich daſelbſt häufen, und einen am Drathe hangenden Faden abſtoßen möchte, deſſen Abſtoßungswinkel an einem Quadranten gemeſſen die Stärke der Elektricität angeben ſollte (Winckler de avert. fulminis artificio, p. 4. ſq. Fig. 1.). Man ſieht bey der jetzt bekannten Theorie die große Gefahr einer ſolchen unterbrochenen Leitung leicht ein, und Richmann ſelbſt, ſo neu auch die Sache noch war, äußert doch (Nov. Comm. Petrop. To. IV. p. 335.), daß er Gefahr ahnde, der er aber ſeines Amts halber mit Muth und Unerſchrockenheit entgegen gehe. Am 6 Aug. 1753, als es in der Ferne gedonnert hatte, und er nebſt dem Kupferſtecher der Akademie Sokolow zu ſeinem Elektricitätszeiger geeilt war, gegen den er ſich dahin, wo das Metall aufhörte, bückte, fuhr ein Wetterſtral aus dem Drathe durch einen Fuß Zwiſchenraum in Geſtalt eines weißbläulichen Feuerballens nach ſeinem Kopfe, warf ihn todt zurück, und hinterließ an ſeiner Stirn einen mit Blut unterlaufenen Fleck, nebſt einigen nur in die Haut gebrannten Flecken am Körper, und einem bläulichen am linken Fuße, wo ohne Verletzung des Strumpfs der Schuh zerriſſen war. Innerlich fand man ausgetretenes Geblüt in der Luftröhre und Lunge, auch

einige von Blut ausgedehnte Adern in der Gekrösdrüſe und den dünnen Gedärmen, und der Körper gerieth in zweymal 24 Stunden in Fäulniß. Der gläſerne Becher und der Drath waren zerſchmettert, und glühende Stücken des letztern hatten in Sokolows Kleid Striemen geſengt, der auch ſelbſt betäubt zu Boden fiel. Das ganze Haus war voll Dampf und Schwefelgeruch; ein Thürgerüſt, durch welches die Leitung gieng, ward beſchädigt, einige Bediente betäubt, und der Knall des Donners dabey war ſehr heftig (Philoſ. Trans. Vol. XLIX. p. 61. ſq.). Dieſer traurige Vorfall hätte, bey mehrerer Kenntniß der damals noch ganz neuen Sache, durch eine leichte Vorſicht abgewendet werden können, und man muß ihn daher nicht als eine Einwendung gegen dergleichen Verſuche anführen. Man hatte hier alles zu Anhäufung der Elektricität und Unterbrechung ihres Fortgangs veranſtaltet, ohne im geringſten auf Ableitung derſelben bedacht zu ſeyn, wozu noch die Sorgloſigkeit kam, mit welcher ſich der unglückliche Richmann der Geräthſchaft näherte, und dem durch ſie zur Erde herabfahrenden Blitze entgegen ſtellte. Inzwiſchen ward durch dieſen tief eindringenden Fall jedermann auf den Zuſammenhang zwiſchen Blitz und Elektricität aufmerkſam gemacht, und man hat ſeitdem den Blitz allgemein für eine elektriſche Erſcheinung angenommen.

Ich glaube im Verfolg dieſes Artikels den gründlichſten und zuſammenhängendſten Unterricht von der Natur und den Wirkungen des Blitzes geben zu können, wenn ich einen kurzen Auszug desjenigen vorlege, was Herr Reimarus in ſeinem vortreflichen Werke (Vom Blitze, Hamburg 1778. 8.) darüber geſagt hat. Die Erfahrungen, auf welche ſich alle dieſe Sätze gründen, ſind im Buche ſelbſt mit vieler Beurtheilungskraft angeführt und benützt.

Die Erregung der Elektricität geſchieht vornemlich durch Reibung urſprünglich elektriſcher oder nicht-leitender Körper, bisweilen auch, wie beym Turmalin, durch Abwechſelung der Wärme. Die erregte Elektricität wird

ſodann in iſolirten Leitern geſammlet und angehäuft. Sehr wahrſcheinlich entſteht alſo die Elektricität der Gewitterwolken durch die Reibung der Lufttheilchen, oder durch die Abwechſelung ihrer Wärme. Vielleicht hat man die gewöhnliche Abkühlung der Luft bey Gewittern nicht als Folge, ſondern als Urſache der Gewitter anzuſehen, die ſich nur ſpäter in die niedern Regionen der Atmoſphäre verbreitet. De Lüc (Reiſen nach den Eisgebirgen von Faucigny, Leipzig 1777. 8. S. 173.) ward durch heftige Kälte von einem Berge herabgetrieben, und im Niederſteigen von einem Gewitter mit Hagel überfallen, da man während der Zeit in der Tiefe eine ſtarke Hitze vor dem Gewitter geſpürt hatte. Nach Gewittern im Winter pflegt die Wärme zuzunehmen (Reimarus vom Blitze, S. 255. Anm. 206.). Die Ausdünſtung des Waſſers erzeugt negative Elektricität, und zeigt dadurch, daß die aufſteigenden Dünſte poſitiv elektriſirt ſeyn müſſen. Auch dies iſt eine Hauptquelle der Elektricität in der Atmoſphäre. Daher zeigt ſich die Luft, auch ohne Wolken, ſtets in einigem Grade elektriſch, ſ. Luftelektricität. Dieſe Elektricität theilt ſich dann vielleicht den Wolken, als iſolirten oder überall mit Luft umgebnen Leitern, mit, und häuft ſich in denſelben bis zu hohen Graden an. Wenn dicke Wolken herankommen, oder nur der Wind von entferntem Gewölke her bläſet, ſo zeigt ſich mehrentheils in der Luft eine negative Elektricität, wie auch geſchieht, wenn es regnet. Durch geringe Veränderungen der Umſtände kan beym Reiben ebendeſſelben Körpers, ſtatt poſitiver, negative Elektricität hervorgebracht werden; daher ſich auch die Entſtehung negativ elektriſirter Wolken leicht erklärt. Ueberdies hat jeder elektriſirte Körper einen **Wirkungskreis**, innerhalb deſſen andere nicht elektriſirte und mit der Erde verbundene Körper die der ſeinigen entgegengeſetzte Elektricität erhalten, wenn ſich ein iſolirendes Mittel dazwiſchen befindet. Hierauf beruht die ganze Theorie der elektriſchen Ladung, und ſo kan eine Wolke, blos durch den Wirkungskreis einer benachbarten poſitiven, negativ elektriſch werden.

Inzwiſchen macht die poſitive oder negative Elektricität der Wolken keine Verſchiedenheit in den Erſcheinungen und Wirkungen des Blitzes. Die elektriſchen Funken und Schläge äußern dieſelben Wirkungen, und folgen denſelben Geſetzen, ſie mögen aus poſitiven oder negativen Leitern kommen.

Wenn man zwey ebne und glatte kreisrunde Breter mit Zinnfolie belegt, und in horizontalen und parallelen Lagen mit ihren belegten Seiten gegen einander kehret (wozu man das untere auf einen mit der Erde verbundenen Fuß ſtellen, das obere an ſeidnen Schnüren ſo aufhängen kan, daß es ſich iſolirt aufziehen und niederlaſſen läſt), ſo wird man folgenden für die Lehre vom Blitze ſehr wichtigen Verſuch anſtellen können. Wird das obere Bret mit einer Elektriſirmaſchine verbunden, und dem untern Brete genähert, ſo wird dieſes die entgegengeſetzte Elektricität von jenem erhalten; und wenn man unter dieſen Umſtänden beyde zugleich berührt, ſo werden ſich ihre entgegengeſetzten Elektricitäten durch den Körper oder die Hand mit einem Erſchütterungsſchlage ausladen. Bringt man beyde Breter einander ſehr nahe, z. B. auf einen halben Zoll, und elektriſiret das obere ſehr ſtark, ſo erfolgt mehrentheils von ſelbſt eine freywillige Entladung mit einen ſtarken die Luft durchbrechenden Funken. Vor dieſem Schlage ziehen die Breter einander ſtark an; beym Schlage ſelbſt aber werden ſie von einander geworfen (welches man noch beſſer beobachten kan, wenn die Breter nicht horizontal geſtellt, ſondern vertikal aufgehangen ſind). Iſt in der Mitte des einen oder andern Brets ein kleiner hervorragender Körper befeſtiget, ſo geſchieht der durchbrechende Schlag allezeit an dieſer Stelle. Steht aber anſtatt des hervorragenden Körpers auf dem einen Brete eine ſcharfe Spitze, ſo kan weder eine Ladung noch ein Schlag hervorgebracht werden.

Dieſer von den Herren **Wilke** (Diſſ. de electricitatibus contrariis, Roſtoch. 1757. 4. exp. 58.) und Aepinus herrührende Verſuch zeigt im Kleinen ſehr deutlich, was beym Gewitter im Großen vorgehet. Die Luft iſt hier der urſprünglich elektriſche Körper, in welchem die

Elektricität erregt wird. Eine elektriſirte Wolke befindet ſich an der Stelle des obern, ein Theil der Oberfläche der Erde oder eine andere Wolke an der Stelle des untern Brets. Die Erdfläche wird im Wirkungskreiſe einer poſitiven Wolke ſtets eine negative Elektricität annehmen, beyde werden einander anziehen, und wenn die Wolke nahe genug, und ihre Elektricität ſtark genug iſt, oder wenn zwiſchen der Erdfläche und der Wolke irgend eine leitende Verbindung entſteht, ſo wird eine Entladung, ein Blitz erfolgen, welcher insgemein erhabne hervorragende Körper, z. B. Gebäude, Bäume, Schiffe ꝛc. zuerſt trift, weil ſie entweder der Wolke am nächſten ſind, oder am erſten in einen Theil der leitenden Verbindung kommen können. Auch zwo Wolken können gegen einander auf eine ähnliche Art wirken, wenn die eine davon entweder mit der Erde in Gemeinſchaft ſteht, oder wenigſtens weiter fort innerhalb ihres Wirkungskreiſes Körper antrift, in denen ſie eine der ihrigen entgegengeſetzte Elektricität erzeugen kan. In dieſem Falle entſtehen abwechſelnde Elektricitäten an den verſchiedenen Seiten mehrerer Wolken, und bey der Entladung ſchlägt der Bliß zugleich aus der erſten in die zwote, aus der zwoten in die dritte u. ſ. f. Hieraus wird ſich die oben angegebene Definition des Blitzes ſattſam erklären.

Die Anziehung, welche zwiſchen den elektriſirten Wolken unter einander ſelbſt und mit der Erdfläche ſtatt findet, verurſachet unregelmäßige Bewegungen der Wolken, plötzliche und veränderliche Windſtöße, daher Wirbelwinde, kräuſelndes Aufſteigen des Staubes und leichter Körper, heftige Regengüſſe, und auf der See die bekannten Waſſerſäulen oder Waſſerhoſen.

Der Blitz ſelbſt, der eigentlich ein Ausbruch einer leuchtenden Materie iſt, und ſtillſtehend einen Feuerballen vorſtellen würde, erſcheint ſeiner ſchnellen Bewegung halber ſelten anders, als in der Geſtalt eines Strals. Man ſieht ihn, wie den elektriſchen Funken, bisweilen gerade auf den getroffnen Gegenſtand zu gehen, bisweilen ſich ſchlängeln oder ein Zigzag bilden, bisweilen von einem Theile

der Wolke zum andern überſpringen, oft einen Stral ſich in mehrere zertheilen. So ſcheint auch eine innere wirbelnde Bewegung im Blitze vorzugehen, wie man denn oft bemerkt, daß er ſich um cylindriſche Körper, die er der Länge nach trift, in Schraubengängen herumwindet. In einigen Fällen haben doch nahe Beobachter die Geſtalt des Blitzes als einen Feuerballen angegeben, wie z. B. Sokolow bey dem Richmanniſchen Falle.

Da der Schlag den nächſten Theil des Gegenſtandes trift, und die iſolirende Luftſcheibe durchbohrt, wo ſie am dünnſten iſt, ſo können die Blitze nach verſchiednen Richtungen, aufwärts, niederwärts, ſchräg oder horizontal gehen, je nachdem ſie hie oder da einen nähern Gegenſtand, der ſie aufnehmen kan, antreffen. Der Wetterſtral, der von der Wolke zur Erde herabkömmt, trift daher hohe Stellen, der zur Seite geht, freyſtehende Gebäude oder Bäume am öfterſten. Niedrige von hohen Gegenſtänden umringte Stellen ſind dagegen am meiſten geſichert. Die Schlagweite kömmt auf die Stärke der Ladung der Wolke, auf die Beſchaffenheit der Luft in Abſicht der Feuchte und Trockenheit, und auf die Geſtalt der Gegenſtände an. Schmale hervorragende Theile, z. B. Knöpfe, Schorſteine auf Gebäuden, Menſchen, Thiere, Korngarben, Heuhaufen auf freyem Felde, werden leichter und aus größerer Ferne getroffen. So giebt es Fälle, wo der Blitz aus einer ziemlichen Entfernung ſchräg gegen den Schorſtein eines Hauſes gegangen iſt, ohne die näher liegenden platten Theile des Daches zu berühren. Oft können Zwiſchenwolken oder Sammlungen von Dünſten die Bahn des Blitzes auf Gegenſtände leiten, die ſonſt außerhalb der Schlagweite gelegen hätten. Findet der Blitz mehrere gleich geſchickte Gegenſtände in ſeiner Schlagweite, ſo theilt er ſich bisweilen in mehrere Stralen. Vielleicht fällt er, wo keine beſondere Hervorragungen ſind, in größerm Umfange auf einmal herab. Man findet bisweilen auf den Wieſen ſogenannte **Zauberkreiſe** (fairy-circles) von 3—4 Schuh Durchmeſſer, in welchen das Gras vom Blitze verſengt iſt, nach dem Abmähen aber viel friſcher und grüner,

als an den übrigen Stellen, wieder wächſt. (Phil. Trans. Vol. X. n. 117. p. 394. Vol. XXXIII. n. 390. p. 366.)

Starke Gewitterwolken entladen ſich nicht auf einmal, ſondern blitzen mit Abwechſelung und Zwiſchenzeiten. Auch kan ſich wohl während dieſer Zwiſchenzeiten aus fortdaurenden Urſachen die Elektricität aufs neue anhäufen und dem Gewitter eine anhaltende Dauer geben, die außerdem auch aus mehrern auf einander folgenden oder an einen Ort zuſammenkommenden Wolken entſtehen kan. Das Gewitter hört auf, wenn die Wolken entladen ſind und das Gleichgewicht der Elektricitäten ſich wieder hergeſtellt hat, es ſey nun dieſe Entladung durch Blitze, oder durch eine andere Art von Abzug, z. B. vermittelſt des Regens oder ſonſt im Stillen geſchehen.

Das Ziel, bis auf welches der Wetterſtral fortgeht, iſt die feuchte Erde oder das Waſſer. Sobald er dieſe erreicht hat, hören alle ſeine Wirkungen auf, und er vertheilt ſich unbemerkt durch die leitende Feuchtigkeit der ganzen Erdkugel. Durch dieſe ganze Bahn pflanzt ſich eine gewaltſame und erſchütternde Wirkung fort, ob aber eine wirklich fortſchreitende Materie von einem Ende zum andern bewegt werde, läſt ſich aus Erfahrungen nicht entſcheiden. Man iſt auch über die Richtung des Blitzes nicht ganz einig. Maffei (Della formazione dei fulmini, Verona 1747. 4.) wagte die ſonderbare Behauptung, daß alle Blitze aus der Erde aufſtiegen. Dies iſt nun zwar klaren Erfahrungen entgegen; doch aber haben Maffei ſelbſt, Chappe d'Auteroche u. a. deutlich einige Blitze aus der Erde kommen geſehen (Man ſ. auch Lichtenberg Mag. für das Neuſte a. d. Phyſ. II. B. 2 St. S. 35.). Der P. Cotte erzählt (Mém. de Paris 1767.), er habe den Stral zugleich von der Erde auf und aus der Wolke herab fahren geſehen. Vielleicht geſchieht dies immer, ſo daß ſich Erſchütterung und Licht von beyden Seiten her begegnen. Nach Franklins Syſtem ſollte der Blitz ſtets von der poſitiven Seite zur negativen gehen; allein es kömmt hier nicht auf Syſteme an, zumal wenn

die Uebereinſtimmung mit den Erfahrungen gerade in dieſem Punkte am wenigſten entſchieden iſt.

Den bey Gewittern nicht ſeltnen Fall, wo es in einem Augenblicke zugleich an zwo oft Meilen weit entlegnen Stellen einſchlägt, erklärt der **Lord Mahon** (Principles of electricity, Elmsly. 1780. 4.) ſehr glücklich durch einen **Rückſchlag** (*choc en retour*, returning ſtroke). Der Wirkungskreis einer ſtark geladenen Wolke erſtreckt ſich an ihrer ganzen Länge hin. Wird ſie nun an einem Ende plötzlich entladen, ſo verliert ſich dieſer Wirkungskreis auf einmal auch am andern Ende, und man überſieht, daß eine ſo plötzliche Herſtellung des Gleichgewichts auch an entfernten Orten Erſchütterungen und Schläge veranlaſſen kan. So ſieht man oft zween Blitze zugleich an ſehr entfernten Stellen einer Wolke ausbrechen.

Auf ſeinem bis zur Erde gehenden Wege trift der Blitz entweder leitende oder nicht-leitende Körper an. Die erſtern ſucht er und folgt ihnen willig, die letztern durchbricht er gewaltſam, um wieder an die nächſten und beſten Leiter zu kommen. Die beſten Leiter des Blitzes ſind unſtreitig die **Metalle**; dieſe trift er vorzüglich, geht an ihnen fort, ſo weit ſie reichen, verläßt auch andere Körper, die ihn vorher leiteten, um Metalle zu ergreifen. Daher trift der Wetterſtral ſo leicht metallene Knöpfe und Dächer auf Thürmen und Gebäuden, doch meiſtens nur in ſolchen Fällen, wo ihn **auch auf dem übrigen Theile ſeines Weges** das meiſte Metall zur Erde leiten kan. Wie ſich der Blitz an den Dräthen der Klingeln, der Gypsdecken u. dgl. durch alle Biegungen derſelben hinziehe, iſt bekannt, und längſt vor **Franklin** bemerkt worden. Die Metalle werden hiebey vom Blitze nur dann beſchädiget, wenn es allzudünne Dräthe ſind, welche von dem Strale glühend gemacht, geſchmolzen, oder nach Verhältniß in kleine Kügelchen und Dampf zertheilt werden. So verſehrt auch der Blitz dünne Vergoldungen. Größere Metallſtücken werden blos beym Zu- und Abſprunge des Blitzes an ihren Flächen angeſchmolzen oder durchlöchert. Spitzen, die der erſte Anfall des Blitzes trift, werden unver-

meidlich angeſchmolzen. Abgeſonderte Metallſtücken, welche quer über den Weg des Blitzes liegen, werden ſtärker beſchädiget, zumal wenn ſie in feſte Körper eingeſchloſſen ſind, welche dem Durchgange des Blitzes und der Ausbreitung widerſtehen. Nächſt den Metallen folgt der Bliz auch dem Waſſer und der Feuchtigkeit. So nimmt er bey lebendigen Bäumen ſeinen Weg durch den mit dem Safte angefüllten Zwiſchenraum zwiſchen Holz und Rinde, und ſchälet die letztere ab, oder durchreißt ſie mit Furchen, obgleich oft auch lebendige Bäume ganz zerſchmettert werden. Eben ſo fährt der Stral an der feuchten Bemörtelung der Mauern herab. Auch aufſteigende Dämpfe und Rauch ſind Leiter des Blitzes, der daher bisweilen durch die Schorſteine zum Feuerheerde geführt wird. Durch den Regen löſen ſich zwar die Gewitterwolken auf, allein er ſetzt, ehe dies geſchieht, durch die überall verbreitete Leitung Orte in Gefahr, die in trockner Luft ſicher geblieben wären, obwohl aus eben dem Grunde die Schläge alsdann ſchwächer ſind, und wegen der Befeuchtung von außen nicht ſo leicht ins Innere der Gebäude dringen. Ein Ueberzug oder eine Uebermalung von Kienruß und Theer leitet den Bliz an ihrer Oberfläche hin. Henly (Phil. Trans. Vol. LXVII. p. 85.) führt an, daß 1776 der Bliz einen Schifsmaſt an allen mit Kienruß und Oel beſtrichnen oder getheerten Stellen unbeſchädigt gelaſſen, an den übrigen mit Fett beſtrichnen aber zerſplittert habe. Cavallo fand (Vollſt. Abh. der Elektric. IV. Th. 5 Cap.), daß jede ſtark aufgetragne Oelfarbe die Flächen vor den Beſchädigungen des darüber gehenden elektriſchen Schlages ſchütze.

Auch Menſchen und Thiere trift der Bliz vorzüglich leicht, wenn ſie im freyen Felde die einzigen hervorragenden Körper ſind, oder ſonſt ſeiner Bahn im Wege ſtehen, z. B. ſich zwiſchen zwoen Metallen oder zwiſchen einem Metalle und der Erde befinden, wo der Bliz einen Uebergang ſucht. In dieſem Falle verläſt er Holz und Steine, um den menſchlichen oder thieriſchen Körper zu ergreifen. So werden oft Menſchen erſchlagen, welche unter einem Baume, Heuhaufen u. dgl. Schutz ſuchen,

oder ſich nahe an eine Wand, in die Ecken der Zimmer, unte Thürgerüſte, Thorwege u. dgl. ſtellen. Doch macht der Bliz, um Menſchen ſeitwärts zu treffen, nie einen weiten Abſprung von andern Körpern durch die Luft. Abgeſondertes Metall am Leibe getragen, kan den Sprung noch etwas weiter herbeyführen. Ununterbrochnes in einer Strecke fortgehendes Metall ſchüzt vielmehr den Menſchen; denn der Bliz verläſt es nie, ſpringt auch, wo es aufhört, eher durch die Luft auf anderes nahes Metall, als auf den Menſchen. Goldne Treſſen, auch naſſe Kleider, können daher bisweilen dienen, den Stral leichter an der Oberfläche der Kleidung hinzuleiten. Von Holz und Steinen ſpringt der Bliz ſehr leicht auf den menſchlichen Körper ab; auch trockne Kleidungen von Seide, Wolle, Haaren, Leder werden durchlöchert, und veranlaſſen, daß die Beſchädigung mehr den Körper trift. Doch dringt der Bliz nicht in den Körper ein, und alle Beſichtigungen von Erſchlagnen lehren, daß nie innerliche Theile zerriſſen oder von der Flamme verſengt ſind. Ganz ungegründet ſind die alten Erzählungen von Zerſchmetterung der Knochen, und was man etwa ähnliches in den Erfahrungen antrift, läſt ſich leichter aus Beſchädigung durchs Umfallen u. dgl. erklären. Vielmehr zeigen faſt alle Beyſpiele, daß der Bliz zwiſchen der Oberfläche des Körpers und den Kleidern hingehe, und am Körper Brandflecke, Blaſen und Rinden, auch durch den Druck Stockung, Lähmung und Unempfindlichkeit der getroffenen Theile, beſonders aber die ſtärkſten Verlezungen beym Zu- und Abſpringen und beym Widerſtande der Kleider veranlaſſe. Verbrennung zu Aſche findet man in keiner zuverläßigen Erfahrung über die vom Bliz Getödteten. Ihr Tod ſcheint vielmehr von der heftigen Erſchütterung des Gehirns und der Nerven beym Zuſprunge des Blizes herzurühren, beſonders wenn der Stral den Kopf getroffen hat. Auch Nebenſtehende, die der Bliz nicht berührt, werden oft ſinnlos zu Boden geworfen, und fühlen heftige Erſchütterungen des Rückenmarks. Schon der Stoß der explodirenden Luft kan im Körper die gewaltſamſten Wirkungen hervorbringen.

Nimmt man dieſe Erſchütterung des Gehirns für die Urſache des Todes der vom Blitz Erſchlagnen an, ſo erklärt ſich, warum Stehende oder Sitzende leichter, als Liegende, auch Menſchen im freyen Felde eher, als in den Häuſern, getödtet werden, weil der Stral leichter den Kopf trift. Eine andere Urſache könnte der Druck auf den Hals und die eben vollgeathmeten Lungen ſeyn; doch ſind dergleichen Erſtickungen durch den Blitz ſelten. Manche ſterben auch nachher durch die Heftigkeit der zugefügten äußern Brandſchäden. Ueberhaupt aber bleiben viele und vielleicht die meiſten der getroffenen Perſonen am Leben.

Trift der Blitz in ſeiner Bahn auf nicht-leitende oder ſchlecht leitende Körper, ſo durchbricht er dieſelben mit Gewalt und Zerſprengung, und geht von ihnen oder durch ſie auf dem kürzeſten möglichen Wege zu beſſern Leitern über. Solche dem Blitze widerſtehende Körper ſind leinene, wollene, lederne, ſeidne Kleider, trockne hänfene Stricke, ſeidne Schnüre, trocknes Holz, Steine, Ziegel, Glas, und überhaupt alle urſprünglich elektriſche Körper. Auch unentzündete brennbare Körper locken wenigſtens den Blitz nicht; ſogar Schießpulver, über das er hinfährt, bleibt oft unentzündet. Die Luft, wenn ſie nicht erhitzt oder feucht iſt, widerſteht dem Blitze ſtark, und er fährt lieber mit großen Umwegen durch eine Menge feſter Körper, als daß er einen allzuweiten Sprung durch die Luft machen ſollte. Er geht daher nie durch Fenſter oder Thüren, wenn ihn nicht das daſelbſt befindliche Metall anlockt, oder er in dem Pfoſten herabfährt; daher es auch eine irrige Meinung iſt, wenn manche die Zugluft für eine Anlockung des Blitzes halten, oder bey Gewittern die Fenſter zu öfnen fürchten, und durch eingeſperrte Luft ihre oft aus körperlichen Urſachen entſpringende Bangigkeit ohne Noth vermehren. Die Erſchütterung der Luft durch das Läuten der Glocken ſcheint für den Blitz gleichgültig zu ſeyn. Uebrigens erklärt ſich aus der Schwierigkeit, mit welcher er die Luft durchdringt, wie bisweilen eines errichteten Blitzableiters ungeachtet eine dem Blitze näher ſtehende Ecke des Gebäudes getroffen werden könne. Doch ſpringt

er durch einen kleinen Zwiſchenraum von Luft ſehr leicht auf beſſere Leiter, z. B. Metalle oder Menſchen über.

So, wie der elektriſche Schlag bey jeder in der Verbindung ſeines Uebergangs befindlichen Lücke einen explodirenden Funken veranlaſſet, ſo macht auch der Blitz bey jeder unzureichenden Stelle ſeiner Leitung eine Exploſion und Auseinanderwerfung nach allen Seiten. Dies geſchieht, ſo oft er entweder durch einen widerſtehenden Körper fahren, oder ſich durch einen zu kleinen Umfang eines Leiters drängen muß. In der Luft verurſacht die Exploſion den Knall des Donners, das Umherwerfen der Körper, und die betäubende Erſchütterung benachbarter Menſchen. Feſte widerſtehende Körper werden durch die Exploſion mit Gewalt zerriſſen, zerſplittert oder zerſprengt; beſonders werden die Steine oft in ungeheuern Stücken auf große Weiten fortgeſchleudert. Ein großer Umfang eines ſchlecht leitenden Körpers ſcheint die Gewalt der Exploſion zu vermehren, ſo wie ein ſehr geringer Umfang, auch bey einem Leiter, z. B. dünnem Drath oder Waſſer in engen Röhren, Exploſion und Zerſtäubung in die feinſten Theile veranlaſſet. Die Richtung der Exploſion geht nach allen Seiten von ihrem Mittelpunkte aus, und iſt daher mit der Richtung des Strales ſelbſt nicht zu verwechſeln. Jede Exploſion concentrirt den Stral, hält auch die Geſchwindigkeit ſeines Fortgangs ein wenig auf. Bey den Exploſionen entſteht auch Zündung, wo leicht entzündliche Körper vorhanden ſind; im übrigen hat der Blitz mit andern Entzündungen, außer der durch den elektriſchen Funken, nichts gemein, und läſt ſich nicht aus entbrannten Dünſten u. dgl. erklären. Der Schießpulver- oder Schwefelgeruch, den man nach Wetterſchlägen ſpürt, kömmt wohl von einem erſt durch den Blitz erzeugten Schwefel, von einer durch Entzündung bewirkten Vereinigung der Säure in der Luft mit dem brennbaren Weſen, her. Die durch den Blitz erregte Flamme iſt mit dem gewöhnlichen Feuer einerley, und eben ſo zu löſchen. Wenn vom Blitz entzündete Gebäude ſchwer zu löſchen ſind, ſo kömmt dies nicht von der Natur der Flamme, ſondern von

den Umſtänden, z. B. der Zündung am Dache, dem Sturme, der Beſtürzung ꝛc. her.

Dem Eiſen theilt der Bliz durch ſeine Erſchütterung bisweilen die magnetiſche Kraft mit. Den mit dem Magnet beſtrichenen Nadeln benimmt er ihre Kraft, oder verkehrt ihre Pole. Den künſtlichen Magneten widerfährt dieſes nicht. Alle dieſe Wirkungen thut auch ein ſtarker elektriſcher Schlag.

Ueberhaupt iſt unter allen angeführten Erſcheinungen und Wirkungen des Blitzes keine einzige, welche nicht mit den Phänomenen der Elektricität aufs genauſte übereinſtimmte. Wenn man den Grad der Stärke ausnimmt, ſo giebt es keinen Umſtand beym Blitze, den man nicht durch die elektriſchen Verſuche im Kleinen nachahmen könnte. Und dadurch, daß die aus den Wolken herabgeleitete und durch Iſolirung angehäufte Materie des Blitzes wiederum alle Erſcheinungen der Elektricität zeigt (ſ. Drache, elektriſcher; Elektricitätszeiger), wird die Ueberzeugung von der Gleichheit beyder ganz vollendet. Man kan daher die Theorie des Blitzes vollkommen auf die Lehre von der Elektricität gründen und aus elektriſchen Erfahrungen erläutern, wovon Herr Reimarus im dritten Theile ſeines Werks vom Blitze ein ſchönes Beyſpiel gegeben hat.

Durch die aus dieſer Theorie hergeleiteten Mittel, Gebäude, Schiffe ꝛc. vor dem Blitze zu ſichern, hat ſich Franklin ein großes Verdienſt um das Wohl der Menſchen und einen unvergeßlichen Ruhm erworben. Ich rede hievon im nächſtfolgenden Artikel umſtändlicher. Hier werden noch einige Vorſchläge zur Sicherſtellung einzelner Perſonen gegen den Bliz eine ſchickliche Stelle finden.

In einem Gebäude, das mit keinem Blitzableiter verſehen iſt, vermeide man die Plätze, wo ſich abgeſondertes, d. i. mit Holz, Stein, Glas umringtes Metall befindet, daher die Wände, Winkel, Pfoſten, Schorſteine, Oefen, Feuerherde, vergoldete Rahmen, eiſerne Gitter, Spiegel ꝛc., und begebe ſich in der Mitte geräumiger und hoher Zimmer auf den beſten Nichtleiter, der zur Hand iſt,

z. B. auf einen alten recht trocknen Stuhl, den man nach Franklin auf zwo doppelt übereinander gelegte Matratzen oder Betten ſtellen kan. Ein hangendes Bett an ſeidnen Schnüren in gleicher Entfernung von Wänden, Decke und Fußboden wird dem darauf liegenden den ſicherſten Schutz gewähren. Im untern Theile des Gebäudes iſt man ſicherer, als im obern. In die Keller dringt der Blitz ſelten; aber der Aufenthalt in denſelben wäre bey einem entſtehenden Brande wegen der Erſtickung gefährlich. Eine Gypsdecke verſchaft für die Menſchen in der Mitte des Zimmers mehr Sicherheit, weil der Eiſendrath in derſelben den Blitz zu den Wänden hinleitet. Die Stellung des Liegenden ſichert den Kopf mehr, als die des Stehenden; doch müſte man nicht auf dem bloßen Fußboden liegen, weil es da Stellen geben könnte, wohin der Blitz durch Nägel u. dgl. gelockt würde. Das wenige Metall, das man bey ſich trägt, wird die Gefahr nicht ſehr vergrößern; doch thut man beſſer es abzulegen, wenn man nicht anderer Umſtände wegen in Sicherheit iſt.

Auf der Gaſſe ſuche man nicht Schutz unter Thüren und Thorwegen, oder nahe an Wänden und Gebäuden, ſondern gehe entweder in ein Haus, oder bleibe in einer mäßigen Gaſſe mitten zwiſchen den Häuſern. Doch könnte es gefährlich ſeyn, neben einer Stelle zu ſtehen, wo eine vom Dache hervorragende Rinne das Waſſer ausgießet.

Auf dem Felde bleibe man nicht ganz im freyen, wo keine andern hervorragenden Gegenſtände befindlich ſind, ſtelle ſich aber auch nicht unter einen Baum, Heuhaufen, Korngarben u. dgl. Die beſte Stellung würde ſeyn, in einige Entfernung von einem oder mehreren Bäumen ſo zu treten, daß man 15 — 20 Fuß ſowohl von den Stämmen, als von den unterſten Zweigen derſelben entfernt bliebe. Iſt kein Baum in der Nähe, ſo muß man ſich doch von Teichen und anderm Waſſer entfernen, wozu der Stral einen Uebergang durch den menſchlichen Körper ſuchen möchte, und ſich, wo möglich, lieber niederlegen, als ſtehen oder ſitzen. Zu Pferde und auf einem ofnen Fuhrwerk befindet man ſich wegen des höhern Hervorragens in

der gröſten Gefahr; man muß daher abſteigen und nicht zu nahe bey den Pferden bleiben. Allenfalls könnte man ſich unter der hintern Seite des Wagens ſchützen, weil der Blitz, wenn er den Wagen trift, durch den eiſernen Ring an den Felgen der Räder zur Erde geleitet wird. In einer Kutſche ſcheint die Sicherheit größer zu ſeyn, zumal wenn man ſich ſo viel möglich in der Mitte hält, und nicht viel Metall in der Kutſche iſt.

Auf den Schiffen, die keine Blitzableiter haben, wäre der gefährlichſte Aufenthalt bey den Maſten, und zwiſchen dieſen und dem am Bord befindlichen Metalle; der ſicherſte hingegen unter der Waſſerfläche.

Von eignen Werkzeugen zu Beſchützung der Menſchen beym Gewitter, ſ. den Art. **Wetterſchirm.**

Mehrere mit dieſem Artikel in Verbindung ſtehende Umſtände findet man bey den Worten: **Blitzableiter, Donner, Elektricität, Gewitter, Spitzen, Wetterleuchten, Wetterlicht.**

Prieſtley Geſchichte der Elektricität, durch Krünitz, Berlin u. Stralſ. 1772. gr. 4. S. 110 u. f. ingl. S. 206 u. f.

Reimarus vom Blitze, Hamburg 1778. 8. Th. I. Von deſſen Bahn und Wirkung auf verſchiedene Körper.

Guden von der Sicherheit wider die Donnerſtralen, Gött. u. Gotha 1774. 8.

Tetens über die beſte Sicherung ſeiner Perſon bey einem Gewitter, Bützow u. Wismar 1774. 8.

Verhaltungsregeln bey nahen Donnerwettern (von Hrn. **Lichtenberg**), dritte Aufl. Gotha 1778. 8.

Blitzableiter, Wetterableiter, Wetterſtange, Pertica fulmine avertendo, *Conducteur pour préſerver les édifices de la foudre.* Eine Veranſtaltung, durch welche entweder die Elektricität der Wolken, als die Urſache des Blitzes, ſtillſchweigend und ohne Schlag zur Erde geführt, oder doch der entſtehende Blitz aufgefangen und auf einem beſtimmten Wege ohne Schaden der Gebäude, Schiffe ꝛc. in die Erde geleitet wird.

Dieſe für das Wohl der Menſchen ſehr wichtige Erfindung gehört unſtreitig dem **D. Franklin** zu, der ſeine

Entdeckung der Gleichheit des Blitzes und der Elektricität ſogleich auf Beſchützung der Gebäude gegen die Donnerwetter anwendete.

Er gedenkt in ſeinen Briefen von der Elektricität (nach Wilkens Ueberſ. S. 87.) der Kraft der Spitzen, welche elektriſirten Körpern ihre Elektricität allmählich und ohne Funken entziehen, und ſetzt hinzu, man werde davon einen ſehr nützlichen Gebrauch zur Beſchützung der Gebäude machen können. „Man müſte anfangen, auf die höchſten „Theile der Gebäude aufrecht ſtehende eiſerne Stangen zu „befeſtigen. Dieſe müſten ſo ſcharf als Nadeln gemacht, „und, dem Roſte vorzubeugen, vergoldet werden. Von „dem untern Ende dieſer Stangen müſte man außen an „dem Gebäude einen Drath bis in die Erde herunter ge„hen laſſen; bey Schiffen aber müſte dieſer Drath an ei„nem der Maſtſeile herunter und von da ins Waſſer ge„leitet werden. Dieſe ſpitzigen Stangen würden vermuth„lich das elektriſche Feuer aus einer Wolke ſchon weit eher „ganz ſtillſchweigend abführen, als dieſelbe zum Schlagen „nahe genug käme, und würden uns hiedurch vor dieſem „plötzlichen und ſchrecklichen Unglück in Sicherheit ſtellen.“

In einem andern im Sept. 1753 geſchriebenen Briefe erklärt ſich Franklin (eb. S. 163 u. f.) hierüber noch ausführlicher. Er behauptet mit Recht, der Blitz nehme ſeinen Weg jederzeit durch alle leitende Körper, die er finden könne. Er explodire nur dann, wenn die leitenden Körper die Materie geſchwinder empfangen, als ſie ſie wieder abgeben können, d. i. wenn ſie getheilt, getrennt, zu klein oder zu ſchlechte Leiter ſind. Daher würden ununterbrochene Metallſtangen von zureichender Dicke entweder die Exploſion ganz verhüten, oder wenn ſie zwiſchen der Spitze ſelbſt und den Wolken entſtanden wäre, wenigſtens, ſo weit die Stange reichte, fortleiten. Er glaubt, daß Stangen von einem Viertelzoll Durchmeſſer dazu hinreichend ſeyn würden. Er bemerkt ferner, daß Flocken Baumwolle, an den Hauptleiter einer Elektriſirmaſchine gehangen, durchs Elektriſiren anſchwellen und ſich ausbreiten, auch vom Tiſche angezogen werden, durch Annäherung einer ſpitzigen

Nadel aber gegen einander ſelbſt und gegen den Hauptleiter zurückgetrieben werden. „Können nicht vielleicht, ſagt „er, auf gleiche Weiſe die kleinen elektriſirten Wolken, de„ren Gleichgewicht mit der Erde durch die Spitze ſchnell „wieder hergeſtellt wird, zu dem Hauptkörper in die Höhe „ſteigen, und in demſelben eine ſo große Entledigung ver„urſachen, daß er an dieſem Orte nicht ſchlagen kan?“ Die Erfahrung hat dieſe Vermuthung vollkommen beſtätiget. Wenn eine Wolke, deren untere Fläche uneben iſt, und herabhangende Theile oder Flocken hat, einem zugeſpitzten Wetterableiter nahe kömmt, ſo werden die herabhangenden Theile, welche ſonſt leicht einen Schlag veranlaſſen könnten, durch den Ableiter ſchnell ihrer Elektricität beraubt, und nunmehr von der großen Wolke angezogen. Man ſieht ſie gleichſam vor dem Ableiter fliehen und ſich mit der ganzen Maſſe der Wolken verbinden. Uebrigens trägt der große Naturkenner dieſe vortreflichen Vorſchläge und Muthmaßungen mit einer nachahmungswürdigen Beſcheidenheit vor. „Viele dieſer Gedanken, ſagt er (S. „167.), ſind noch roh. Suchte ich blos meinen Ruhm, ſo „müſte ich ſie bey mir behalten und reifer werden laſſen. „Aber oft ermuntern auch unvollkommene Winke zu tie„fern Unterſuchungen; und es iſt viel wichtiger, daß die „Erkenntniß wachſe, als daß ich für einen großen Natur„forſcher gehalten werde.“

D. Franklins Landsleute ſäumten nicht lange, ſeine Anweiſungen wirklich auszuführen, wozu ſie um deſto mehr Veranlaſſung hatten, da in verſchiedenen Theilen von Nordamerika die Gewitter weit häufiger und ſchrecklicher, als bey uns, ſind. In Deutſchland hat **Winkler** (Progr. de avertendi fulminis artificio, Lipſ. 1753. 4.) die erſten Vorſchläge dieſer Art gethan. Er rieth, auf den Gipfel des Gebäudes eine iſolirte Stange zu ſetzen, und an dieſe eine lange Kette oder einen drey Linien dicken Drath zu hängen, welcher weit vom Gebäude hinweg durch die freye Luft gezogen und endlich an einen Pflock in der Erde befeſtiget würde. Die erſte in Deutſchland ausgeführte Ableitungsmaſchine iſt wohl die des Procopius Diviſch in

Mähren (Muſſchenbroek Introduct. To. II. §. 2543.), welcher bereits im Jahre 1754 eine Blitzableitung errichtete, und zu Prendiz bey Znaym am 9 und 10 Jul. deſſelben Jahres Wetterwolken, die darüber hinzogen, ſich zertheilen ſah. Die Einrichtung der Maſchine iſt nicht genau bekannt, es wird aber von weißen Stralen geredet, welche ſich von der Wolke nach ihr erſtreckt hätten; ſie ſcheint daher zugeſpitzte Stangen gehabt zu haben, auch tragbar geweſen zu ſeyn. Vorurtheil und Furcht aber haben bey uns den Gebrauch und Fortgang dieſer Erfindung weit länger, als bey den Ausländern, verhindert. In England iſt der erſte Ableiter im Jahre 1762 zu Payneshill von D. Watſon, und in Hamburg 1769 einer am Jacobithurme errichtet worden.

Die Frankliniſche Theorie der Blitzableiter gründet ſich auf zween Sätze, welche theils durch die elektriſchen Verſuche, theils durch die Erfahrungen von Wetterſchlägen hinlänglich beſtätiget ſind. Der erſte dieſer Sätze iſt: **Eine ununterbrochene metalliſche Leitung von genugſamer Dicke führt den Blitz oder die elektriſche Materie ohne Beſchädigung anderer Körper bis an ihr Ende herab.** Das Herabfahren des Blitzes an Dräthen und anderm Eiſenwerk iſt längſt vor Franklin bemerkt worden. Reimarus führt aus den Breslauer Sammlungen (I. Verſ. S. 64.) eine Beobachtung des D. Reimann zu Epperies in Ungarn vom 17 Jul. 1717 an, wobey bemerkt wird, daß der Blitz an verſchiedenen Dräthen herab dem **Eiſen nach** gefahren ſey, und nur beym Uebergange aus einem Drathe in den andern die dazwiſchen liegenden Steine zerſchmettert habe. Der Urheber dieſer Beobachtung vermuthet hieraus eine ſonderbare **Sympathie des Blitzes mit dem Eiſen**, weil im Jahre 1673 der Blitz eben daſelbſt an dem eiſernen Drathe, welcher damals länger geweſen, ohne daß ihm der Stein entgegen geſtanden, bis zu unterſt herabgefahren ſey. Aehnliche Wahrnehmungen ſind in dem claſſiſchen Werke des Reimarus in großer Menge zu finden, und wie man eben dies durch elektriſche Verſuche beweiſe, wird bey dem

Worte: Donnerhaus, umſtändlich gezeigt werden. Bey dieſem Herabfahren des Blitzes bleibt ſelbſt das Metall, wenn es von genugſamen Umfange iſt, unbeſchädigt; nur da wirkt der Wetterſtral gewaltſam, wo er entweder den erſten Anfall äußert, oder, wo er einen allzudünnen Drath glühend macht, zerreißt und dadurch benachbarte Körper entzündet, oder endlich, wo er von einem Metalle zum andern durch Nicht-leiter oder ſchlechte Leiter, als Luft, Steine, trocknes Holz u. dgl. mit Widerſtand überſpringen oder durchbrechen muß. Auch verläſt der Blitz eine Strecke Metall (ſelbſt in dem Falle, da er es zerſtöret) nicht, wenn ſie ihn gleich durch Umwege führet, er müſte denn eine andere weiter herunterführende Strecke von Metall antreffen, und zu derſelben durch wenige dazwiſchenliegende Körper durchzudringen ſuchen. Das Ziel, das er zu erreichen ſucht, iſt jederzeit die feuchte Erde oder das Waſſer, wodurch er ſich mit den leitenden Theilen des Erdbodens verbinden kan. Demnach wird ein Wetterſchlag ein Gebäude nicht beſchädigen, wenn er an demſelben eine ununterbrochne metalliſche Leitung von dem Orte ſeines Anfalls an bis in die feuchte Erde, oder noch beſſer bis in ein fließendes Waſſer, antrift.

Dieſen Grundſätzen gemäß würde ein Gebäude beſchützt ſeyn, wenn an ihm eine metalliſche Verbindung 1) dem erſten Anfalle des Blitzes ausgeſetzt, d. i. über alle Theile des Gebäudes hervorragend, 2) ununterbrochen, d. i. mit möglichſt genauer Berührung aller ihrer Theile, fortgeführt, und 3) in ein frey abfließendes Waſſer geendet wäre. Hiedurch und ohne Anwendung mehrerer Grundſätze, würde der Wetterſtral zwar nicht vermieden, aber doch, was die Hauptabſicht iſt, die Beſchädigung verhütet ſeyn. Man könnte einen Blitzableiter dieſer Art einen defenſiven nennen, weil er den Schlag erwartet, um ihn auf einem vorgezeichneten unſchädlichen Wege zu leiten.

Franklins Vorſchläge gehen aber noch weiter, und erſtrecken ſich ſogar bis auf Entkräftung der Wolke und Vermeidung des Schlages ſelbſt. Hiezu wendet er den

zweyten Saß an: daß metalliſche Spitzen das Vermögen beſitzen, die Elektricität allmählich ohne Funken und Schlag abzuleiten. Auch dieſer Saß iſt durch Erfahrung und Verſuche beſtätiget, ſ. Spitzen. Hierauf gründet ſich ſein Rath, den obern Theil der metalliſchen Verbindung aus einer zugeſpitzten Stange beſtehen zu laſſen. Eine ſolche greift die Wolke ſelbſt an, entzieht den nächſten Theilen derſelben ihre Elektricität in der Stille, und läſt es in den meiſten Fällen gar nicht zum Schlage kommen. Man könnte dies einen offenſiven Blitzableiter nennen, der ſogar ſeinen Feind entkräften, und das Schrecken des Anfalls erſparen ſoll. Er hat auſſerdem den Vorzug, daß er im Falle eines ausbrechenden Wetterſchlags noch immer alle Dienſte des defenſiven leiſtet.

Die offenſiven oder zugeſpitzten Blitzableiter haben an Wilſon (Philoſ. Trans. Vol. LIV. p. 249. ſq. ingl. Obſ. upon lightning, Lond. 1773. 4.) einen ſehr heftigen Gegner gefunden. Er ſetzt ihnen entgegen, daß ſie den Blitz herbeylockten, und nimmt zum Grundſatze an, man müſſe ein ſo gefährliches Element, als die elektriſche Materie, nicht einladen, ſondern vielmehr durch geſchickte Leiter abführen, welche die herbeykommende Quantität deſſelben ſo wenig als möglich vermehrten. Er thut daher den Vorſchlag, über die Gebäude nicht das geringſte Metall hervorragen zu laſſen, ſondern inwendig, einen oder zwey Fuß vom Giebel, eine ſtumpfgeendete oder mit einer Kugel verſehene Stange von Metall längſt der Mauer bis in den feuchten Erdboden hinabzuführen. Schon Beccaria erklärte ſich ſehr lebhaft gegen dieſe Meinung, führte an, kein Metall ziehe mehr elektriſche Materie an, als es zu leiten vermöge, und rieth, man ſolle bey einem großen Gebäude ſogar mehrere zugeſpitzte Ableiter an verſchiedenen Ecken anbringen. Dieſer ſchon faſt vergeſſene Streit ward im Jahre 1777 aufs neue rege, als der Blitz am 15 May in das mit einer ſpitzigen Ableitung verſehene Artilleriehaus bey den Pulvermagazinen in Purfleet ſchlug. Dieſes Haus liegt auf einer Anhöhe, die den Gipfeln der

Magazine beynahe gleich ſteht; ſein ſpitziges Dach iſt an den Ecken mit Bley bedeckt, bis an die Rinnen, von welchen bleyerne Röhren bis in das Waſſer der 40 Fuß tiefen Brunnen herabreichen. Auf der bleyernen Bedeckung des Dachrückens hatte man eine 10 Fuß 2 Zoll lange und 1½ Zoll dicke eiſerne Stange errichtet. Der Wetterſtral fiel auf eine eiſerne Klammer der Ringmauer, 46 Fuß weit von der Stange, nahe an der nordöſtlichen Ecke des Hauſes, da der Zug der Wolke von Südweſt gen Nordoſt gegangen ſeyn ſoll. Von dieſer Klammer drang er durch die Steine 7 Zoll weit in eine mit der Ableitung verbundene Bleyplatte, und ward ſo zur Erde fortgeführt, ohne außer der Zerſchmetterung einiger Steine und Anſchmelzung des Bleyes einigen Schaden zu thun (Phil. Trans. Vol. LXVII. p. 232.). Dieſer Vorfall, der nichts weiter beweiſet, als daß der Blitz bey ſeinem Ausbruche das nähere Metall eher, als die entferntere Auffangungsſtange ergreife, daß alſo ein großes Gebäude mehrerer Stangen bedürfe, ward dazu genützt, die ſpitzigen Ableiter einer Anlockung des Blitzes auf die benachbarten Stellen verdächtig zu machen. Wilſon ſtellte hierüber Verſuche im Pantheon an, welche unter die koſtbarſten und prächtigſten gehören, die man je mit dem elektriſchen Apparat gemacht hat. Er hatte gleichſam das ganze Gebäude mit einem metallnen Donnerwetter angefüllt, das in ein kleines Modell des Hauſes zu Purfleet einſchlagen muſte. Wenn dieſes Modell, mit einer ſpitzigen Ableitung verſehen, dem geladenen Apparat plötzlich genähert ward, ſo erhielt die Spitze in der Entfernung von 5 Zoll einen Schlag, wodurch der Apparat faſt gänzlich entladen ward; ſetzte man aber eine Kugel auf die Spitze, ſo erhielt das Modell keinen Schlag. Er ſuchte nun durch fernere Verſuche zu erweiſen, daß der Schlag zu Purfleet zuerſt in die Spitze der Ableitung gegangen ſey, und die Klammer durch eine Seitenexploſion getroffen habe, daß bey zwo ſtillſtehenden Wolken, welche gegen einander ſchlagen, die Phänomene eben dieſelben ſeyen, wie bey einer einzigen bewegten Wolke, daß die Spitzen in ſolchen Fällen in weit größern Entfernungen

vom Schlage getroffen werden, als die Kugeln, daß alſo die Spitzen zwar eine einzige und ſtillſtehende Wolke ſtillſchweigend entladen, aber bey bewegten oder gegen einander ſchlagenden Wolken dem Schlage mehr, als ſtumpfgeendete Ableiter, ausgeſetzt ſind (Philoſ. Trans. Vol. LXVII. p. 239. ſq.). Dieſe Verſuche bewogen den König, welcher dabey gegenwärtig war, die ſpitzigen Ableiter auf dem Pallaſte im Park zu St. James mit Kugeln verſehen, und bis unter die Schorſteine erniedrigen zu laſſen.

Edward Nairne hat dagegen (Phil. Trans. Vol. LXVIII. p. 823. ſqq. und überſ. in d. Leipz. Samml. zur Phyſik und Naturg. II. B. 4 St. S. 458 u. f.) eine andere Reihe von Verſuchen aufgeſtellt, welche zwar mit aller Beſcheidenheit der wahren Philoſophie nur in einem kleinen Zimmer, aber mit der richtigſten Anordnung, Genauigkeit und Vorſicht angeſtellt ſind. Dieſe Verſuche lehren, daß unbewegte Wolken auf zugeſpitzte Stangen gar nicht, auf ſtumpfe in deſto größern Weiten ſchlagen, je ſtumpfer das Ende der Stangen iſt, daß ſpitzige Stangen hiebey deſto mehr ſchützen, je weiter ſie hervorragen, auch die Elektricität auf eine weit größere Weite ſtillſchweigend ausziehen, als ſtumpfe ꝛc. Ein abgeſtumpftes Metall oder eine Kugel von 1 Zoll Durchmeſſer erhielt Funken bis auf 2 Zoll Diſtanz. In Diſtanzen von 2 — 10 Zoll brach kein Funken aus. In Diſtanzen von 10 — 16 Zoll entſtanden wieder Funken. Dieſes Außenbleiben der Funken und ihr Wiederkommen in einer größern Diſtanz hat ſchon Groß bemerkt (Elektriſche Pauſen, Leipz. 1776. 8.). Es ſcheint demnach, daß Kugeln und kegelförmige Dächer aus ſehr großen Entfernungen können getroffen werden. Bewegliche Wolken werden von zugeſpitzten Stangen gar nicht angezogen; Kugeln hingegen ziehen dieſelben gegen ſich, bis ein Schlag erfolgt. Spitzen verhindern ſogar die von den Kugeln bewirkte Anziehung der Wolken. Spitzige Stangen berauben die beweglichen Wolken, welche von andern geladen werden, ihrer Elektricität ſtillſchweigend; Kugeln hingegen ziehen die Wolken gegen ſich, entladen ſie durch einen Schlag, und machen ſie

dadurch fähig, von der Hauptwolke aufs neue angezogen zu werden, neue Funken zu erhalten und der Kugel wiederzugeben. Stillſtehende Wolken aber geben Schläge, die ſie von andern erhalten, auch den Spitzen wieder. Die Spitzen erhalten auch Schläge, wenn ſie ſchnell bewegt werden (oder, was eben ſo viel iſt, wenn die Wolke ſich ſchnell bewegt); aber gleich ſchnell bewegte Kugeln erhalten dieſe Schläge in einem noch größern Abſtande, je größer ihre Durchmeſſer, d. i. je ſtumpfer ſie ſind. Nairne beweiſet überdies deutlich, daß bey dem Vorgange zu Purfleet der Blitz nicht durch die Spitze der Ableitung, ſondern durch die Klammer an der Ecke des Hauſes eingedrungen ſey, und ſich daraus nichts weiter ſchließen laſſe, als daß der Ableiter unter den damaligen Umſtänden ſeinen Schutz gegen den Wetterſchlag nicht völlig 46 Fuß weit verbreitet habe.

Durch dieſe Unterſuchungen iſt der Gegenſtand ſo erſchöpft worden, daß aller Zweifel über den Vorzug der ſpitzigen Blitzableiter gänzlich wegfallen muß. Man ſieht zwar, daß die Spitzen nicht gänzlich von der Gefahr, einen Schlag zu erhalten, frey ſind; beſonders, wenn die Einrichtung der Ableitung fehlerhaft iſt, die Donnerwolke ſich ſehr ſchnell bewegt, oder von einer andern Wolke plötzlich eine ſtarke Ladung empfängt, ingleichen wenn der Blitz durch eine Verbindung leitender Körper aus der Ferne herbeygeführet wird. Dies alles ſind Fälle, in welchen der Schlag entſteht, ehe die Spitze Zeit oder Freyheit genug hat, auf die Entkräftung der Wolke zu wirken. Auch hat die Erfahrung gelehrt, daß mehreremale zugeſpitzte Ableitungen vom Blitze getroffen worden, wie z. B. an Weſt's Hauſe in Philadelphia (Philoſ. Trans. Vol. LIII. p. 94.), an Ravens Hauſe in Charlestown und Maine's in Südcarolina (Franklin'sExp. and Obſ. on electricity, Lond. 1769. 4. lett. 39. 40.) am Thurme zu Siena, wo eine entfernte Wetterwolke in die über dem Thurme ſtehende Regenwolke, und dieſe in den Thurm ſchlug (Journal de phyſ. Nov. 1777.); doch hat in dieſen Fällen die Ableitung defenſiv gedienet, und die Beſchädigung der Gebäude verhütet. D. Jngenhouß (Vermiſchte Schrif-

ten. Zweyte Aufl. Wien 1784. B. I. S. 124.) behauptet, daß eine Wetterſtange mit der Kugel, beſonders, wenn ſie weit hervorragt, das Gebäude einem Schlage mehr ausſetze, als wenn ſich gar keine Wetterſtange darauf befände, eine zugeſpitzte hingegen den Blitz oft ganz abwende, der das Gebäude ohne Wetterſtange unvermeidlich würde getroffen haben. Er führt hierüber das Beyſpiel des Kirchthurms auf dem Luſciariberge in Kärnthen an, der mehreremale von Wetterſchlägen zernichtet, und alle Jahre fünf bis ſechsmal getroffen ward, aber ſeit 1780 mit einem ſpitzigen Ableiter verſehen, in drey Jahren nur zweymal ohne alle Beſchädigung getroffen worden iſt. Nur bey einem Hauſe auf einem erhobenen ſehr trocknen Grunde, um welches keine Quelle oder kein feuchter Grund in der Nähe anzutreffen, das alſo an ſich den Wetterſchlägen wenig ausgeſetzt ſey, könne durch eine ſpitzige Wetterſtange dem Blitze ein vorher verſchloſſener Weg eröfnet werden; inzwiſchen, da man von der natürlichen Sicherheit der Lage nie völlig überzeugt ſey, gewinne man durch den Ableiter immer die Gewißheit der Bewahrung vor Unglück. Uebrigens hat an dem in England hierüber geführten Streite die Partheyſucht viel Antheil gehabt; die Commiſſarien der Societät in London entſchieden ganz zum Vortheile der zugeſpitzten Ableiter, riethen für das Gebäude in Purfleet blos eine beſſere Verbindung des hin und wieder befindlichen Metalls mit der Ableitung an, und überzeugten die Societät ſo vollkommen von der Wahrheit ihrer Entſcheidung, daß ſie es abgelehnt hat, Wilſons Schriften wider dieſelbe weiter anzunehmen. (Journal des Savans, Apr. 1782. p. 375.)

Die beſte Einrichtung, welche man den Blitzableitern, den bisherigen Erfahrungen und Verſuchen nach, geben kan, iſt folgende. Der Ableiter beſteht aus einer eiſernen oder noch beſſer kupfernen Stange, welche ohngefähr ½ Zoll dick iſt, und an die Mauer des Gebäudes mit hölzernen Klammern oder Tellern befeſtiget wird. Andere, z. B. Reimarus, wollen die Befeſtigung lieber durch eiſerne Klammern gemacht wiſſen; dieſe könnten aber

bey einer Unterbrechung oder Beſchädigung des Ableiters den Stral in die Mauer leiten, und wenn er mehr Metall in der Nähe fände, Beſchädigungen des Gebäudes veranlaſſen. Bey einem wohlbeſtellten Ableiter iſt wohl beydes gleichgültig. Für Pulvermagazine und Gebäude, welche viel feuerfangende Materien enthalten, möchte es ſicherer ſeyn, den Ableiter gänzlich vom Gebäude abzuſondern, und 1 — 2 Fuß weit von der Mauer auf hölzernen Pfoſten ruhen zu laſſen. Oben an der Stange ſey eine drey- oder vierſeitig-pyramidenförmige (nach Lord Mahon lieber eine koniſche) Spitze, welche ſehr ſchmal und ſcharf ausläuft, auch wenn der Ableiter von Eiſen iſt, ein oder zwey Fuß weit vergoldet oder überfirnißt, nach anderer Vorſchlägen auch von Meſſing gemacht werden kan. Einige geben den Blitzableitern mehrere Spitzen, die in Form einer Krone unter Winkeln von etwa 60° herumſtehen, um ſich den Wolken nach jeder Richtung entgegen zu ſtellen; allein ſowohl nach elektriſchen Verſuchen (bey welchen eine einzige Spitze mehr ableitet, als mehrere zugleich), als auch nach den Erfahrungen, z. B. bey Maine's Hauſe (Frankl. Exp. and obſ. lett. 40.), wo drey Spitzen vom Blitze ganz verzehrt wurden, und nach Henly's Urtheil (Phil. Trans. Vol. LXIV. p. 133.) iſt eine einfache Spitze mehreren vorzuziehen. Dieſe Spitze muß über den höchſten Theil des Gebäudes, z. B. den Schorſtein, an welchen ſie befeſtiget werden kan, wenigſtens 6 Fuß hervorragen, überhaupt nach der Lage des Gebäudes ſo geſtellt werden, daß ſie den zu vermuthenden Anfällen des Blitzes mehr, als irgend ein anderer Theil, ausgeſetzt iſt. Das untere Ende des Ableiters muß, wo möglich, in fließendes Waſſer oder in einen Brunnen geführt ſeyn, damit ſich die frey durchgehende Elektricität ungehindert mit der ganzen Maſſe der Erdkugel verbinde, und der nachfolgenden ſtets neuen Raum zu einem gleich freyen Durchgange verſtatte. Findet ſich hiezu keine Gelegenheit, ſo räth Franklin an, die Stange bis in den feuchten Erdboden zu verſenken; v. Felbiger und Reimarus hingegen wollen ſie lieber an der Oberfläche der

Erde aufhören laſſen, weil die Einſenkung in den Grund bey Weſt's und Maine's Häuſern eine ſtarke Erſchütterung hervorgebracht zu haben ſcheint, und auch der feuchteſte Boden bey großer Dürre austrocknen kan. Am beſten iſt es, die Verbindung mit dem Waſſer ſorgfältig zu beobachten, oder ſonſt den untern Theil der Ableitung vom Hauſe zu entfernen. Durchgängig aber muß für die genauſte Continuität der Ableitung geſorgt ſeyn, und kan man ſie nicht aus einem einzigen Stücke machen, ſo müſſen die verſchiedenen Theile ſo vollkommen als möglich zuſammenſchließen. Die Zuſammenfügung der Stangen mit bloßen Gelenkhaken iſt unzureichend, wofern nicht die Gelenke mit einer Kapſel umringt und mit Bley ausgegoſſen werden. In Amerika hat man die Enden der Stangen mit Schrauben verſehen, welches ſehr ſicher, aber beſchwerlich iſt. Am beſten iſt es, die Stücken zuſammenzuſchweiſſen, und, wenn dies wegen der Länge des Ganzen nicht durchgängig möglich iſt, die Theile mit Nieten zuſammenzufügen und mit Bley zu verlöthen. Reimarus räth, ſtatt der Stangen, 3 — 6 Zoll breite Streifen von Bley, Kupfer oder Eiſenblech an, welche mit Falzen zuſammengefügt und vernietet werden ſollen. De Sauſſüre braucht ſtatt der Stangen meſſingne Dräthe von der Dicke einer Schreibfeder, deren drey, gleichſam wie ein Strick, zuſammengeflochten werden. Sind ſie nicht lang genug, ſo werden mehrere an einander gelöthet. Oben auf ſetzt er eine Stange von 10 — 12 Fuß.

Toaldo dringt ſehr darauf, alles im Gebäude befindliche Metall mit der Ableitung zu verbinden. Man kan aber dieſe Sorgfalt leicht übertreiben, und die Koſten erhöhen, ohne die Sicherheit zu vergrößern. Es iſt dieſe Verbindung nur bey denjenigen metalliſchen Theilen nothwendig, welche der Blitz auf ſeinem Wege antreffen kan, ehe er die Ableitung erreicht. Denn wenn er dieſe Theile träfe, ſo würde er beym Uebergange aus denſelben in die Ableitung die Körper, die ihm im Wege ſtünden, zertrümmern, wie bey dem Vorfalle zu Purfleet, und in Haffendens Hauſe (Phil. Trans. Vol. LXV. p. 336.), wo der

Bliz einen von der Auffangungsſtange 50 Schuh weit entfernten Schorſtein zuerſt traf, und von da aus durch verſchiedene metalliſche Theile mit Zerſchmetterung der dazwiſchen liegenden Körper in die Erde gieng. Es iſt daher rathſam, den Forſt eines Ziegeldaches mit Bley zu bedecken, daſſelbe oben um den Rand der Schorſteine herumzuführen, und es zugleich mit den in dem obern Theile der Mauer und im Simſe befindlichen Klammern, hinlänglich mit der Ableitung zu verbinden. Daß bey Kirchthürmen die Wetterfahnen, Kreuze ꝛc. zu Auffangungsſtangen, und kupferne Dachungen von gehöriger Continuität zu Theilen der Ableitung genützt werden können, fällt von ſelbſt in die Augen. Weſentliche Erforderniſſe ſind Hervorragung der Auffangungsſtange, ſattſame Continuität der metalliſchen Leitung von allen dem Blitze wahrſcheinlich ausgeſetzten Stellen her, und Fortgang derſelben zum Waſſer; das übrige Zufällige kan nach den Bedürfniſſen jedes einzelnen Falles auf mancherley Art verändert werden.

Als ein Beyſpiel eines einfachen und wohl angelegten Blitzableiters bildet Taf. IV. Fig. 64—67. denjenigen ab, welchen mein verſtorbener Freund, D. Ludwig, an dem Wohngebäude des Ritterguts Löbnitz angelegt hat. Fig. 64. zeigt den Ableiter ſelbſt und deſſen Verbindung mit dem Gebäude. Er beſteht aus einer 82 Leipziger Ellen langen zugeſpitzten Stange von $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmeſſer, die in einem Abſtande von 8 Zollen am Hauſe herunter ins Waſſer geht, und ſich daſelbſt in verſchiedene zugeſpitzte Zweige endiget. Sie iſt nur an einem einzigen Orte, ohngefähr in der Mitte, mit Nieten zuſammengefügt; die übrigen Theile derſelben ſind in einander geſchweißt. Dieſe Stange iſt an die Theile des Hauſes bey aaaa durch hölzerne Teller, die ſie iſoliren, befeſtiget. Fig. 65. zeigt den Durchſchnitt eines ſolchen Tellers, aa den Teller ſelbſt, oben kegelförmig, damit der Regen ablaufen könne, bb den eiſernen Ring, der ihn einfaſſet, eg, eh Schrauben, den Ring mit den Klammern am Gebäude zu befeſtigen, cd den durchgehenden Theil der Stange. Fig. 66. zeigt eben dies von unten geſehen. Wegen der Länge der Stange

werden die Teller vor dem Aufrichten an dieſelbe gereiht. Fig. 67. iſt die vierſeitig-pyramidaliſche Spitze. Sollte kein Arbeiter in der Nähe ſeyn, der Eiſen vergolden könnte, ſo kan man ſie von Kupfer oder Meſſing arbeiten und hart daran löthen laſſen. Die hölzernen Teller ſind, ſo wie die Stange, bis auf einige Fuß weit von der Spitze, mit Firniß überzogen. Der Canal cd Fig. 64. iſt gemauert, und der hindurchgehende Theil des Ableiters ruht auf hölzernen Pfählen bb, und geht oben durch einen hölzernen Teller, der aus zween an einander paſſenden Theilen beſteht, und die Oefnung des Canals am Hauſe deckt.

Für ein Gebäude von mäßiger Größe wird vielleicht ein einziger auf die beſchriebene Art angelegter Blitzableiter hinreichend ſeyn; um aber ein großes Gebäude vor allen Beſchädigungen zu ſichern, werden nach dem Verhältniſſe ſeiner Größe mehrere Ableiter erfordert. Den bisherigen Erfahrungen nach ſcheint ſich der Wirkungskreis eines zugeſpitzten Ableiters, ſelbſt unter ungünſtigen Umſtänden, doch auf 46 Schuh ringsherum zu erſtrecken; ſo weit nemlich war die in Purfleet getroffene Ecke des Hauſes von der Auffangungsſtange entfernt; an Haffendens Hauſe betrug dieſe Entfernung 50 Schuh. In Königshayn bey Görlitz, wo der würdige Beſitzer dieſes Guts, Herr von **Schachmann**, Ableiter an zwoen Scheunen angelegt hatte, ſchlug der Blitz an dem Tage der Errichtung ſelbſt, d. 23 Auguſt 1782, in zwo 170 Shuh davon entfernte hohe Linden, welche ſeit hundert Jahren unbeſchädigt geſtanden hatten (Samml. zur Phyſik und Naturg. III. B. 1 St. S. 93.). Es ſcheint allerdings auffallend, daß ſo alte Bäume, über deren Gipfel vielleicht tauſend Gewitter ohne Beſchädigung gezogen waren, bey dem erſten Gewitter zerſchmettert wurden, das nach Errichtung der Ableiter in ihre Nähe kam. Doch iſt nicht zu ſchließen, daß die Ableiter den Stral herbeygezogen haben. Da am 15 May ebendeſſelben Jahres, und vorher mehreremale Bäume in dieſer Gegend getroffen worden, und das Gewitter ſo zog, daß es an die getroffenen Linden eher, als an den nicht viel höhern Ableiter gelangte, ſo lehrt dieſe Erfahrung nichts

mehr, als daß der Bliß denjenigen Leiter ergreiſe, der ſei- nem Ausbruche am nächſten ſteht, und daß eine Entfer- nung des Ableiters von 170 Schuhen viel zu groß ſey, um ihn davon abzuhalten.

An den Schiffen, wo die Wirkungen des Wetter- ſtrals doppelt fürchterlich ſind, führt man einen Kupfer- drath (nicht Ketten, denen die Continuität fehlt) 2 — 3 Fuß hoch über den höchſten Maſt hinaus, leitet ihn über das Verdeck und an der Seite des Schifs fort, und läſt ihn unten ins Waſſer ablaufen.

Wohlangelegte Blitzableiter ſchützen das Gebäude auch gegen die von **Lord Mahon** bemerkten **Rück- ſchläge.**

Beyſpiele von Gebäuden, die der Blitzableiter nicht geſichert hat, ſind die Kirche zu Genua (Sammlungen zur Phyſ. und Naturg. II. B. 5 St. S. 588.) und das mit acht Ableitern verſehene Werkhaus zu Heckingham bey Norwich (Phil. Trans. Vol. LXXII.P.II.), wo der Blitz am 7 Jun. 1782 dennoch zündete. Sie ſind nach Herrn **Lichtenbergs** Ausdruck Kinder, die an den inoculirten Pocken ſtarben; einzelne Fälle, die gegen eine unzählbare Menge gegenſeitiger Beyſpiele nichts beweiſen, und wo die Urſache in irgend einem Fehler der Vorrichtung (wie dies in Heckingham offenbar der Fall war) oder einer be- ſondern Stellung gewiſſer Theile gegen den Punkt des Ausbruchs gelegen hat. In Nordamerika, wo die Blitz- ableiter ſo häufig ſind, daß ſie ſchon 1760 im Titel einer Nachricht aus Carolina „an den Häuſern daſelbſt **ge- wöhnlich** angebracht" (Franklin Exp. and Obſ. lett. 39. *commonly* affixed to houſes there) genannt wer- den, iſt kein Beyſpiel eines bey dieſer Beſchützung ver- unglückten Hauſes bekannt.

Außer dem ſehr unphiloſophiſchen Einwurfe, daß es unerlaubt ſey, uns den gerechten Schickungen einer höhern Macht zu entziehen, welchen Herr geh. L. R. **Lichtenberg** (Verhaltungsregeln bey nahen Donnerwettern, in der Ein- leitung) zureichend beantwortet hat, iſt gegen die Blitzab- leiter noch folgendes eingewendet worden: Die Anſtalt ſey

zu gering und unvermögend, um ſo großen Wirkungen zu begegnen; die hohen Stangen möchten mehr Wetterwolken herbeylocken und mehr Schläge erregen, oder benachbarte Gebäude in Gefahr ſetzen; die Weite, auf die ſich der Schutz erſtrecke, ſey gering, und ſichere kaum ein mäſſiges Haus völlig; der Blitz könne im Boden wieder ausbrechen; man werde ihn beſſer durch Nicht-leiter und durch Vermeidung alles Metalls abhalten; es werde doch die Möglichkeit eines Schlags und das Schrecken darüber nicht vermieden u. ſ. w. Alle dieſe Einwürfe, die theils ganz falſche oder übertriebene Begriffe von dem Zwecke der Ableiter verrathen, theils den Erfahrungen entgegen ſind, oder doch dem Werthe der Ableiter nichts benehmen, hat Reimarus (Vom Blitze, Cap. 13.) vortreflich widerlegt. Nollets Ausſpruch: Je perſiſte à dire, que le projet d'*épuiſer* une nuée orageuſe n'eſt pas celui d'un Phyſicien. *Laiſſons donc tonner et fulminer, comme nous laiſſons pleuvoir* (Mém. de Paris 1764. p. 440.) iſt dieſes ſonſt großen Phyſikers ganz unwürdig. Sein Anſehen hat dennoch den Fortgang der guten Sache in Frankreich und andern Ländern in etwas aufgehalten, bis die neuern Erweiterungen unſerer Kenntniſſe von der Elektricität, die Menge der Schriften und die Beyſpiele der Großen das ehemalige Vorurtheil überwunden, und dieſe wohlthätigen Anſtalten vervielfältiget haben. In der Churpfalz hat ſich Herr Hemmer durch Errichtung vieler Ableiter ein vorzügliches Verdienſt erworben (ſ. deſſen Nachricht in Hiſt. et comment. Acad. Theod. Palat. Vol. IV. Phyſ. p. 1—85.), und Landriani in einer 1785 herausgegebenen Schrift über die Blitzableiter ſtellt ein zahlreiches Verzeichniß von errichteten Ableitungen aus mehrern Ländern auf, welches deutlich zeigt, wie ſehr man ſich jetzt aller Orten von der Nothwendigkeit und dem Nutzen ſolcher Anſtalten überzeugt fühle.

Um den Werth derſelben gehörig zu ſchätzen, muß man den wahren Zweck der Ableitung nicht aus den Augen verlieren. Es würde unbillig ſeyn, eine völlige Entkräftung der Hauptwolke und Zerſtreuung des Gewitters zu

erwarten; die Anſtalt ſoll und kann ihrer Natur nach nur an dem Orte, oder an den mehreren Stellen, wo am wahrſcheinlichſten der Bliz ausbrechen dürfte, dieſen ſo viel möglich verhüten oder ſchwächen, wenn er aber ja entſteht, auffangen und ohne Schaden leiten. Das erſte kan man von einem wohlangelegten Blizableiter in den meiſten, das letzte in allen Fällen erwarten, und dies mit einem ſo hohen Grade von Warſcheinlichkeit, als bey menſchlichen Veranſtaltungen überhaupt zu erreichen möglich iſt.

Prieſtley Geſchichte der Elektricität durch Krüniz. S. 254 u. f.

Reimarus vom Blitze, Hamburg 1778. 8. Th. II. Von der beſchützenden Leitung durch Metalle.

Betrachtungen über die Gewitterableiter von Barbier de Tinan, in den Leipz. Sammlungen zur Phyſik und Naturg. II. B. 2tes St. S. 210 u. f.

Die Kunſt, Thürme und andere Gebäude vor den ſchädlichen Wirkungen des Blitzes durch Ableitungen zu bewahren, von J. J. von Felbiger, Breslau 1774. 8.

Principles of Electricity, by *Charles Viſcount Mahon*, Elmsly. 1780. 4.

Tib. Cavallo vollſtändige Abhandl. von der Elektricität, aus dem Engl. dritte Aufl. Leipzig 1785. gr. 8. S. 58 u. f. ingl. S. 203 u. f.

Blut, Sanguis, *Sang*. Die rothe Flüßigkeit, welche in den meiſten thieriſchen Körpern während ihres Lebens umläuft, und aus welcher alle Säfte der thieriſchen Oekonomie entſpringen. Der Umlauf des Bluts beſteht darinn, daß es aus dem Herzen durch die Puls- oder Schlagadern in die äußern Theile des Körpers getrieben wird, und aus dieſen durch die Blutadern wieder zum Herzen zurückkehrt. Das Herz beſtehet aus zwoen durch eine Wand von einander geſonderten Kammern, welche durch ihre Erweiterung (Diaſtole) Blut einnehmen, und durch ihr Zuſammenziehen (Syſtole) wiederum austreiben. Die rechte Herzkammer bekömmt das Blut aus der Hohlader (vena cava), und bringt es in die Lungenpulsader (arteria pulmonalis). Aus dieſer geht es in die Lungenblutader (vena pulmonalis), welche es in die linke

Herzkammer bringt. Aus dieſer wird es in die große Pulsader (aorta) geſpritzt, welche ſich in zween Aeſte vertheilet, deren einer das Blut zum Kopfe, der andere zu den untern Theilen des Körpers führt. Aus beyden Aeſten entſpringen kleinere, die ſich in immer kleinere vertheilen. Aus dieſen kleinern Pulsäderchen kömmt das Blut in kleine Blutäderchen, und aus dieſen immer in größere, bis es endlich durch die große Hohlader wieder in die rechte Herzkammer gebracht wird. Dieſer Kreislauf des Bluts iſt von Harvey (De motu cordis et ſanguinis, Frf. 1628. 4.) zuerſt richtig und durch Verſuche erwieſen worden. Er wird durch die Zuſammenziehung des Herzens bewirkt, deſſen Muskelfaſern durch die Anfüllung mit Blut gereizt, ſich vielleicht vermöge ihrer Reizbarkeit und der Mitwirkung der Herznerven zuſammenziehen; die Erweiterung des Herzens iſt vielleicht eine blos mechaniſche Wirkung der Anhäufung des Blutes. Den Kreislauf befördern die Mitwirkung der Schlagadern, die Klappen der Blutadern und die Bewegung der Muskeln. Genauere Erklärungen hievon und von der Verſchiedenheit dieſes Kreislaufs bey den verſchiedenen Claſſen der Thiere findet man in den Lehrbüchern der Anatomie, Phyſiologie und Naturgeſchichte.

Mit dem Kreislaufe des Bluts iſt das Athemholen unmittelbar und nothwendig verbunden, ſo wie auch die Verſchiedenheit des Kreislaufs bey den Claſſen der Thiere mit der verſchiedenen Bildung der Luftwerkzeuge in Verbindung ſteht. Worinn die Wirkung der Luft auf das Blut eigentlich beſtehe, iſt wohl noch nicht mit völliger Gewißheit entſchieden. Man findet die wahrſcheinlichſten Vermuthungen hierüber bey dem Worte: Athmen. Prieſtley's Verſuche und Crawford's Theorie der Wärme vereinigen ſich dahin, daß die Luft dem Blute in den Lungen Wärme mittheile und Phlogiſton entziehe, und daß dieſe Befreyung vom Phlogiſton die Haupturſache der röthern Farbe ſey, welche das Blut in den Lungen annimmt, und in den Schlagadern zeiget, obgleich Hewſon (Phil. Trans. Vol. LX. p. 368.) die Entſtehung der rö-

thern Farbe lieber aus den lymphatiſchen Drüſen und der Milz herleiten will. Was die Wärme betrift, ſo hat Boerhave das Blut in den Schlagadern für wärmer, als in den Blutadern gehalten; aber die Verſuche ſcheinen vielmehr zu beweiſen, daß es durch den ganzen Körper eine gleichförmige Wärme behalte, wenn man die Einwirkung äußerer Urſachen abrechnet. Man muß hiebey ſehr genau fühlbare Wärme von ſpecifiſcher unterſcheiden. Wenn es wahr iſt, daß das Blut in den Lungen Phlogiſton verliert, und dadurch zu Annehmung mehrerer Wärme geſchickt wird, ſo wird ſeine ſpecifiſche Wärme vergrößert. Es nimmt alsdann mehr Feuer an ſich, aber es bindet auch daſſelbe feſter, theilt es nicht ſo leicht mit, und kan alſo eben ſo viel oder noch weniger fühlbare Wärme haben, wenn es gleich mehr ſpecifiſche Wärme erhalten hat. Die Verſuche alſo, nach welchen Crawford (Exp. and obſ. on animal heat, Lond. 1779. 8.) die ſpecifiſche Wärme des Bluts in den Schlagadern in dem Verhältniſſe 23 : 20 größer gefunden hat, als in den Blutadern, ſtehen mit der Behauptung, daß die fühlbare Wärme des Bluts in Schlag- und Blutadern nicht ſehr unterſchieden ſey, in gar keinem Widerſpruche, ſ. die Artikel: *Wärme, ſpecifiſche; Wärme, thieriſche.*

Bey der chymiſchen Zerlegung des Bluts, von welcher *Macquer* nach den Beobachtungen der Herren *Menghini, Rouelle* und *Bucquet* ſehr ausführlich handlet, hat man in dieſer Materie des thieriſchen Körpers drey Theile, einen lymphatiſchen oder ſeröſen (Blutwaſſer, Serum), einen rothen globulöſen (Blutkügelchen), und einen faſerigten Theil zu unterſuchen. Die gedachten Chymiker haben bey genauerer Prüfung dieſer Theile, im Blutwaſſer ein freyes mineraliſches Alkali, und in den Blutkügelchen einen Antheil von Eiſen entdeckt, dem ſie die rothe Farbe des Bluts zuſchreiben, womit die Bemerkung übereinſtimmt, daß eiſenhaltige Waſſer die wirkſamſten Mittel wider die Bleichſucht ſind. Der Zutritt der reinen Luft dient nur, dieſe rothe Farbe zu erhöhen. Der faſerigte Theil des Bluts verhärtet durch die

Wärme, und giebt beynahe die nemlichen Produkte, wie das Blutwaſſer, nemlich einen flüchtigen alkaliſchen Spiritus, feſtes flüchtiges alkaliſches Salz in ſehr großer Menge, und ein ſchweres ſtinkendes Oel. Das Rückbleibſel iſt leicht und ſchwammigt, und enthält viel Küchenſalz und feuerbeſtändiges mineraliſches Alkali.

Das Blut entſteht aus den vom Magenſaft aufgelöſeten und verarbeiteten Nahrungsmitteln, welche in dem Zwölffingerdarme (duodenum) durch Vermiſchung mit der Galle und dem Gekrösdrüſenſafte verdünnt, und in den **Nahrungsſaft** (chylus) verwandlet werden. Dieſer dringt durch die engen Milchgefäße, das Gekröſe, und einige weitere Gefäße bis zu dem ſchon vorhandenen Blute in die Hohlader ein. Aus dem Blute werden entweder durch Zertheilung größerer Gefäße in kleinere, welche nur feine Säfte aufnehmen, oder durch Ausdünſtung, oder durch eigne zu ſolchen Abſonderungen beſtimmte Drüſen, d. i. Verwebungen mehrerer Gefäße, die übrigen Säfte des thieriſchen Körpers abgeſchieden.

Leske Anfangsgr. der Naturgeſchichte, Th. I. §. 53—63.
Macquer chym. Wörterbuch, Art. **Blut der Thiere.**

Blutadern, zurückführende Adern, Venae, *Veines.* Dieſen Namen führen die cylindriſchen Gefäße oder Röhren, welche im thieriſchen Körper das Blut von den äußern Theilen nach dem Herzen zurückführen, ſ. **Blut.**

Bologneſer Flaſchen, Springkolben, Phialae bononienſes, *Matras de Bologne.* Dies ſind kleine ziemlich dicke birnförmige Kolben von weißem oder grünem Glaſe, welche von außen einen beträchtlichen Schlag ertragen können, durch die geringſte Ritzung von innen aber ſogleich zerſpringen. Man kan damit gegen die Wand ſchlagen, ohne ſie zu beſchädigen; aber das kleinſte ſcharfe Feuerſteinchen, das durch ihre Oefnung hineinfällt, ſprengt ſie in Stücken.

Sie werden völlig, wie andere Gläſer, geblaſen, aber nicht in den Kühlofen allmählig, ſondern an freyer Luft

nahe beym Ofen etwas ſchneller abgekühlt. Dadurch erkalten die äußern Theile viel eher, als die innern, und die verſchiedenen Glastheilchen gerathen in eine ſehr ungleiche ſtarke Spannung. Ein ſcharfer hineingeworfener Körper macht einen Riß, einen Anfang zur Trennung, die ſich augenblicklich durch die geſpannten Theile fortſetzt. Von außen iſt die Verbindung wegen der Wölbung feſter; auch von innen werden ſolche Flaſchen durch ſtumpfe ſchwere Körper, die nicht ritzen, nicht zerſprengt. Sie verlieren ihre Sprödigkeit, wenn man ſie auf glühenden Kohlen erhitzt, und dann almählig abkühlen läſt, wodurch die Spannung der Theile vermindert und gleichförmiger gemacht wird. Sie ſind den holländiſchen Glastropfen ſehr ähnlich, ſ. Glastropfen, und durch Verſuche des Inſtituts zu Bologna (Comm. inſtituti bonon. T. II. P. I. p. 321. 328.) bekannt geworden.

Erxleben Anfangsgr. der Naturl. §. 423.

Bologneſer Stein, ſ. **Phosphorus**.

Bombe. Zur Phyſik gehört bey dieſem verderblichen Werkzeuge blos die Betrachtung ſeines Weges durch die Luft, wovon bey den Worten: **Wurf, Weite des Wurfs, Balliſtik**, einige theils wiſſenſchaftliche, theils litterariſche Nachrichten vorkommen.

Bononiſcher Stein, ſ. **Phosphorus**.

Borax, Borax, Chryſocolla, *Borax*. Ein aus dem mineraliſchen Alkali und einer eignen unter dem Namen des Sedativſalzes bekannten Säure beſtehendes Mittelſalz. Es läſt ſich im Waſſer auflöſen und kryſtalliſiren, geräth im Feuer durch ſein Kryſtalliſations-Waſſer in Fluß, calcinirt ſich aber hernach, und fließt im Schmelzfeuer leicht zu einem zarten Glaſe, das an der Luft verwittert, und wieder in einen wahren Borax zerfällt. Das Feuer zerſetzt alſo den Borax nicht; wohl aber die Vitriol- Salz- Salpeter- Eſſig- und Arſenikſäure, die ſich mit ſeiner alkaliſchen Baſis verbinden, und das Sedativſalz abſcheiden. Man bringt den Borax aus Oſtindien in einem

noch nicht ganz gereinigten Zuſtande, in welchem er Tinkal heißt, und ſein eigentlicher Urſprung iſt nicht zuverläſſig bekannt; man weiß ſogar nicht, ob er ein Produkt der Natur oder der Kunſt ſey. Man braucht ihn zu Glaſuren, Einbrennung der Farben auf Porcellan, Steingut, Schmelzwerk ꝛc., als Schmelzungsmittel ſtrengflüßiger Körper, zu Reinigung des Goldes u. ſ. w. In der Arzneykunſt ſcheint er blos durch ſeinen alkaliſchen Beſtandtheil wirkſam zu ſeyn. Man ſ. auch den Art. Sedativſalz.

Macquer chym. Wörterbuch, Art. **Borax**, und **Leonhardis** Anm. daſelbſt.

Boraxſäure, ſ. **Sedadivſalz.**
Bouſſole, ſ. **Compaß.**
Boyliſche Leere, ſ. **Leere.**

Brachyſtochroniſche Linie, Linie des kürzeſten Falles, Linea brachyſtochrona, ſ. celerrimi deſcenſus, *Ligne brachyſtochrone.* Wenn man ſich vorſtellt, ein bewegter Punkt, von gegebnen Kräften getrieben, könne durch verſchiedene krumme Linien von gleicher Länge gehen, ſo heißt diejenige, durch welche er in der kürzeſten Zeit geht, die brachyſtochroniſche. Johann Bernoulli hat dieſe Unterſuchungen in die höhere Mechanik eingeführt, und Euler (Mech. To. II. Cap. 2.) handlet ſie ſehr ſchön ab. Für eine einzige unveränderliche Kraft, wie z. B. für die Schwere beym fallenden Körper, Reiben und Widerſtand der Luft bey Seite geſetzt, iſt dieſe Linie die Cycloide.

Brechbarkeit, Refrangibilitas, *Refrangibilité.* Die Eigenſchaft der Lichtſtralen, beym Uebergange aus einem Mittel in ein anderes von verſchiedener Dichte, ihre vorige Richtung mehr oder weniger zu ändern, ſ. **Brechung der Lichtſtralen.** Man ſchreibt demjenigen Strale eine größere Brechbarkeit zu, der unter übrigens gleichen Umſtänden ſeine Richtung mehr ändert, oder von ſeinem vorigen Wege ſtärker abgelenkt wird, als ein anderer,

Die Verſuche lehren, daß nicht alles Licht, oder nicht alle Theile eines Lichtſtrals gleich brechbar ſind; die rothen Lichtſtralen z. B. werden unter völlig gleichen Umſtänden weniger, als die orangefarbnen, gelben, grünen ꝛc. gebrochen, und die violetten haben unter allen die ſtärkſte Brechbarkeit.

Dieſe **verſchiedene Brechbarkeit** der Lichtſtralen von verſchiedenen Farben entdeckte **Newton** zuerſt im Jahre 1666, und baute auf dieſelbe einen großen Theil ſeiner Theorie des Lichts und der Farben. Er erzählte ſeine Verſuche hierüber in den Philoſophiſchen Transactionen der Jahre 1672—1688 (ſ. Abhandlungen aus den Philoſ. Transact. Leipz. 1779. gr. 4. I. Band. S. 192. f.) und in ſeiner Optik. Die vornehmſten derſelben ſind folgende.

I. Er fieng in einem verfinſterten Zimmer (Taf. IV. Fig. 68.) das durch die Oefnung F einfallende Sonnenlicht mit dem gläſernen Prisma ABC auf, ſo daß das gebrochne Licht bey PT die Wand traf. Hier fand er das ſchon vor ihm bekannte Farbenbild (Spectrum, *image colorée*) PT, fünfmal ſo lang, als breit, da es doch nach den allgemeinen Geſetzen der Brechung kreisrund hätte ſeyn ſollen, indem die parallelen Sonnenſtralen bey beyden Brechungen in den Ebnen BC und AC parallel bleiben muſten. Die Ausbreitung des Farbenbildes aber zeigte, daß ſie von CA nach PT divergirten. Eben dieſe Ausbreitung des Bildes hatte ſchon **Grimaldi** (De lumine, Bononiae 1665. 4. p. 272.) wahrgenommen. **Newton** verfiel auf verſchiedene Muthmaßungen über die Urſache dieſer ſonderbaren Erſcheinung; allein die Verſuche ſtimmten mit keiner derſelben überein, ſo lang er alle Theile des Lichts gleich brechbar ſetzte. Es blieb ihm daher nichts übrig, als anzunehmen, daß jeder Sonnenſtral aus Theilen von verſchiedener Brechbarkeit beſtehe, und da das Bild viele ſich in einander verlaufende Farben zeigte, deren kenntlichſte Abſtufungen, von T bis P gerechnet, **Roth, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo, Violet** waren, ſo ſchloß er, daß dieſe Farbenſtralen in verſchiedenem Grade, und zwar die rothen auf T fallenden am

wenigſten, die violetten nach P treffenden hingegen am ſtärkſten brechbar wären.

2) Er ſonderte durch ein hinter das Prisma ABC geſtelltes Bret mit einem kleinen Loche, einen Theil dieſer verſchiedentlich gefärbten Stralen von den übrigen ab, und ließ ihn in einer Entfernung von etwa 12 Fuß durch das Loch eines zweyten Brets auf ein zweytes Prisma fallen. Da das letztere Bret und Prisma unbewegt blieben, ſo muſte der Einfallswinkel des Lichts auf dieſes Prisma immer derſelbe bleiben. Wenn er nun das erſte Prisma drehte, ſo konnte er dadurch bald den rothen, bald den violetten Stral ꝛc. durch beyde Breter auf das zweyte bringen. Er fand hiebey, daß das rothe Licht im zweyten Prisma eine merklich geringere Brechung litt, als die übrigen Farben, das violette aber am ſtärkſten gebrochen ward, obgleich alle unter einerley Winkel einfielen. Dieſen Verſuch nennt er entſcheidend (experimentum crucis); er beweiſt nemlich ohne Einwendung, daß das Brechungsverhältniß nicht für alle Theile des Sonnenlichts einerley ſey.

3) Wenn er (Taf. IV. Fig. 69.) hinter das erſte horizontal gehaltene Prisma ABC, ein zweytes DE ſenkrecht ſtellte, daß die zweyte Brechung ſeitwärts gieng, ſo ward der violette Stral nach P am meiſten, der rothe T am wenigſten ſeitwärts gebrochen, und das Bild TP erhielt eine ſchiefe Stellung.

4) Wurden die durch das Prisma geſonderten Farbenſtralen durch ein Linſenglas wieder vereiniget, ſo gaben ſie, um den Vereinigungspunkt aufgefangen, wieder ein weißes Bild. Hinter dieſem Punkte aber, wo ſich die Stralen gekreuzt hatten, erſchienen die Farben in umgekehrter Ordnung wieder.

5) Wenn er ein halb blau, halb roth gefärbtes Papier durch ein gläſernes Prisma betrachtete, ſo erſchien die blaue Hälfte höher, als die rothe, wenn die Schärfe des Prisma aufwärts niedriger aber, wenn dieſe Schärfe niederwärts gekehrt war, daß alſo in beyden Fällen das blaue Licht ſtärker, als das rothe, gebrochen ward.

Dieſe Verſuche beweiſen unwiderleglich, daß ſowohl das Sonnenlicht, als das von den Körpern zurückgeworfene, nach Beſchaffenheit ſeiner Farbe eine verſchiedene Brechbarkeit beſitze. **Newton** theilt daher das Licht in einfaches oder **gleichartiges**, welches aus lauter Stralen von gleicher Brechbarkeit beſteht, und zuſammengeſetztes oder **ungleichartiges** ein. Das weiße Licht iſt eigentlich aus unzählbaren einfachen Farben zuſammengeſetzt, unter welchen ſich jedoch die ſieben oben genannten am kenntlichſten auszeichnen.

Er fand durch viele und ziemlich übereinſtimmende Verſuche das Brechungsverhältniß aus Luft und Glas

für rothes Licht	77 bis	$77\frac{1}{8} : 50$
für orangegelbes	-	$77\frac{1}{5} : 50$
für gelbes	-	$77\frac{1}{3} : 50$
für grünes	-	$77\frac{1}{2} : 50 = 31 : 20$
für hellblaues	-	$77\frac{2}{3} : 50$
für dunkelblaues	-	$77\frac{7}{9} : 50$
für violettes	-	$77\frac{7}{9}$ bis $78 : 50$,

daher er das mittlere Brechungsverhältniß aus Luft in Glas, für das grüne Licht genommen, = 31 : 20 ſetzt.

Mehr hievon ſ. bey dem Worte: **Farben**, und wie dieſe verſchiedene Brechbarkeit eine Haupturſache der Unvollkommenheit der Fernröhre ſey, bey: **Abweichung, dioptriſche, Achromatiſche Fernröhre.**

Newtoni Optice, Lond. 1706. 4. p. 22—27.

Brechung, Refractio, *Refraction*, heißt überhaupt die Ablenkung eines bewegten Körpers von ſeiner vorigen Richtung, wenn er ſchief aus einem Mittel in ein anderes von verſchiedener Dichtigkeit übergeht, wenn ſie ſchief aus Luft in Waſſer übergeht.

Die Erfahrung lehrt, daß feſte Körper, beym Uebergange in ein dichteres Mittel, in welchem ſie mehr Widerſtand leiden, von dem Perpendikel ab, beym Uebergange hingegen in ein dünneres weniger widerſtehendes

Mittel auf den Perpendikel zu gelenkt werden. So wird die nach der Richtung mq (Taf. IV. Fig. 70.) auf die Waſſerfläche ST treffende Kugel M im Waſſer die Richtung Mt annehmen, welche von dem Perpendikel auf die Waſſerfläche, oder von AB, mehr, als die vorige Richtung Mq abweicht. Gienge aber die Kugel aus dem Waſſer in Luft über, ſo würde ſie ihre Richtung auf eine entgegengeſetzte Art ändern, z. B. in der Luft nach Mm gehen, wenn ſie zuvor im Waſſer nach tM gegangen wäre; ſie würde mehr nach dem Perpendikel BA zu gelenkt werden.

Die Urſache dieſes Phänomens iſt ſo zu erklären. Als die Kugel noch ganz mit Luft umgeben war, litten alle Theile ihrer Vorderfläche nop gleichen Widerſtand. Sobald ſie aber das Waſſer berührt, widerſteht daſſelbe dem Punkte r mehr, als der auf der andern Seite gleich weit von o entfernte Punkt, der ſich noch in der Luft befindet, Widerſtand leidet. So wird während des Eintauchens der Kugel die Seite op immer an mehr Punkten vom Waſſer berührt, als die Seite on, daher der Widerſtand immer an jener Seite ſtärker bleibt, als an dieſer, und alſo die Bewegung natürlich von der Seite op, oder von dem Perpendikel AB, der durch dieſe Seite geht, ablenken muß. Dieſe Ablenkung geſchieht nach und nach in einer krummen Linie, bis ſich endlich die vorangehende Halbkugel ganz eingeſenkt hat, worauf die Bewegung wieder geradlinigt wird. Aehnliche Betrachtungen zeigen, daß die Ablenkung auf die entgegengeſetzte Seite fällt, wenn der Körper in ein weniger widerſtehendes Mittel übergeht, und daß gar keine Brechung ſtatt findet, wenn er nach dem Perpendikel AB ſelbſt auffällt. Die Dynamik lehrt, daß die Größe und das Verhältniß dieſer Ablenkung von der Größe und dem Geſetze des Widerſtands, ingleichen von der Geſchwindigkeit, Geſtalt uud Maſſe des bewegten Körpers abhange. Das Licht verhält ſich, wie der folgende Artikel zeigt, ganz anders. Es geht im dichtern Mittel auf den Perpendikel zu, im dünnern von ihm ab. Schon dies leitet auf die Vermuthung, daß die Brechung des

Lichts nicht Widerſtand, ſondern, was dieſem gerade entgegengeſetzt iſt, Anziehung zur Urſache habe.

Brechung der Lichtſtralen, Stralenbrechung, Refractio radiorum lucis, *Refraction de la lumière.* Die Ablenkung der Lichtſtralen von ihrer vorigen Richtung, wen ſie aus einem durchſichtigen Körper in einen andern von einer unterſchiedenen Dichtigkeit übergehen. So verläſt (Taf. I. Fig. 13.) der Lichtſtral SC, wenn er aus der Luft in den gläſernen Würfel CF übergeht, ſeine vorige Richtung SCL, und nimmt innerhalb des Glaſes den Weg CK. Gienge es bey K aus dem Glaſe wieder in die Luft über; ſo würde er aufs neue die Richtung CK verlaſſen, und nach einer andern Linie in der Luft fortgehen. Auf dieſer allgemeinen Eigenſchaft des Lichts beruhen alle Phänomene des Sehens durch durchſichtige Mittel, z. B. durch Gläſer, durch Liquoren, durch die Luft der Atmoſphäre u. ſ. w., und die Wiſſenſchaft, in welcher dieſe Erſcheinungen aus dem Geſetze der Stralenbrechung hergeleitet werden, heißt die Dioptrik.

Der Name Brechung (ἀνάκλασις) mag ohne Zweifel daher entſtanden ſeyn, weil ein ſchief ins Waſſer gehaltner Stab, oder ein Ruder, durch die Wirkung der Stralenbrechung gleichſam zerbrochen erſcheint. Der ins Waſſer geſenkte Theil ſcheint eine andere Linie zu machen, als der außer dem Waſſer befindliche. Wenigſtens iſt dieſes Phänomen der Brechung eines der älteſten, die man wahrgenommen hat, und wird ſchon von Ariſtoteles in ſeinen Aufgaben erwähnt.

Um die Größe der Brechung, und das Geſetz, nach welchem ſie ſich richtet, gehörig beſtimmen zu können, ſtellt man ſich (Taf. I. Fig. 13.) an dem Einfallspunkte C, wo der einfallende Stral (radius incidens) die brechende Fläche EBCD trift, eine auf dieſe Fläche lothrecht ſtehende Linie RCH vor. Dieſe Linie heißt das Einfallsloth oder Neigungsloth (cathetus incidentiae), der Winkel, den der einfallende Stral mit ihr macht, SCR = LCH, der Einfallswinkel, Neigungswinkel (angulus in-

cidantiae), der Winkel, den der gebrochne Stral CK mit ihr macht, KCH, der **Brechungswinkel** (angulus refractionis). Nach andern heißt KCH auch der **gebrochne Winkel** (angulus refractus), ſ. Brechungswinkel. Die Ebne durch das Einfallsloth und den einfallenden Stral, oder die verlängerte Ebne des Einfallswinkels SCR heißt die **Brechungsebne** (planum refractionis).

Geſetze der Brechung.

I. **Wenn ein Lichtſtral aus einem dünnern Mittel** A **in ein dichteres** B **übergeht, ſo wird er nach dem Einfallslothe zu gebrochen. Der Sinus des Einfallswinkels und des Brechungswinkels ſtehen dabey in einem beſtändigen Verhältniſſe** (m : n, wo m > n), welches für eben dieſelben Mittel A und B immer einerley bleibt, der Einfallswinkel ſey groß oder klein. m : n heißt das **Brechungsverhältniß** für die Mittel A und B.

II. **Wenn ein Lichtſtral aus einem dichtern Mittel** B **in ein dünneres** A **übergeht, ſo wird er von dem Einfallslothe ab gebrochen. Der Sinus des Einfallswinkels und des Brechungswinkels ſtehen dabey in einem beſtändigen Verhältniſſe,** welches, wenn die Mittel A und B eben dieſelben ſind, wie bey I., das umgekehrte des vorigen (oder n : m) iſt.

III. **In beyden Fällen bleibt der gebrochne Stral in der Brechungsebne.**

Dies ſind die Geſetze der Brechung. Aus ihnen folgt ſogleich, daß Stralen, welche lothrecht auf die brechende Fläche fallen, ungebrochen oder in ihrer vorigen Richtung fortgehen. Für dieſen Fall nemlich verſchwindet der Einfallswinkel, daher auch ſein Sinus, und der in beſtändigem Verhältniſſe mit ihm ſtehende Sinus des Brechungswinkels, mithin auch der Brechungswinkel ſelbſt, und es findet keine Brechung ſtatt.

Auch findet im zweyten Falle keine Brechung ſtatt, wenn der Sinus des Einfallswinkels (für den Sinus totus

= 1) größer als $\frac{n}{m}$ wird. Sollte hiebey eine Brechung vorgehen, ſo müſte nach II. des Brechungswinkels Sinus größer, als $\frac{m}{n} \cdot \frac{n}{m}$, d. i. größer, als 1 ſeyn, welches unmöglich iſt, weil nie ein Sinus größer, als der Sinustotus, ſeyn kan.

Die Erfahrung lehrt auch, daß in ſolchen Fällen der Lichtſtral gar nicht aus dem dichtern Mittel herausgehe, ſondern ganz zurückgeworfen werde, oder, wie ſich einige ausdrücken, daß hiebey die Brechung in Zurückwerfung übergehe.

Es wird nöthig ſeyn, dieſe Sätze durch einige Beyſpiele zu erläutern. Wenn die Mittel A und B Luft und Glas ſind, ſo kan man das Brechungsverhältniß m : n = 3 : 2 annehmen. Iſt nun (Taf. I. Fig. 13.) der Einfallswinkel SCR, ſo wird, CS für den Halbmeſſer angenommen, SR der Sinus deſſelben ſeyn. Nimmt man ferner CK = CS, ſo wird KH der Sinus des Brechungswinkels KCH. Nach dem Geſetz der Brechung I.) muß SR:KH = 3 : 2 ſeyn, oder die Brechung muß ſo erfolgen, daß KH zwey Drittel von SR ausmacht, der Einfallswinkel ſey groß oder klein.

Gienge hingegen der im Glaſe nach KC fortgegangene Lichtſtral bey C in die Luft über, ſo wäre jetzt KH der Sinus des Einfallswinkels, und, CS = CK genommen, SR der des gebrochnen. Hier muß nach II. KH : SR = 2 : 3 ſeyn, oder SR drey ſolche Theile halten, deren KH zwey hält.

Iſt hiebey SCR = 30°, ſo wird deſſen Sinus (den Halbmeſſer CS = 1 geſetzt) = $\frac{1}{2}$. Alſo KH oder der Sinus von KCH = $\frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{3}$ = 0,3333333. Für dieſen Sinus geben die trigonometriſchen Tafeln den Winkel KCH beyläufig = 19° 28′. Daher wird für 30° Einfallswinkel aus Luft auf Glas, der Brechungswinkel 19° 28′, und für 19° 28′ Einfallswinkel aus Glas auf Luft, der Brechungswinkel 30° ſeyn.

Iſt beym Uebergange aus Glas in Luft (Tafel IV. Fig. 71.) der Sinus des Einfallswinkels SR größer, als $\frac{2}{3}$ des Halbmeſſers SC (oder iſt der Einfallswinkel SCR > 41° 49′), ſo müßte der Sinus des Brechungswinkels größſer als $\frac{3}{2}.\frac{2}{3}$. SC, d. i. größer, als der Halbmeſſer ſelbſt, ſeyn, wlches unmöglich iſt. Daher geht in dieſem Falle der Stral SC dem Geſetze der Brechung gemäß gar nicht aus dem Glaſe. Er wird vielmehr nach dem Geſetze der Reflexion ganz gegen CT zurückgeworfen.

Da ſich kleine Bogen ohne merkliche Abweichung wie ihre Sinus verhalten, ſo läſt ſich bey I. für kleine Einfallswinkel ohne ſonderliche Fehler annehmen, daß ſie ſelbſt ſich zu den Brechungswinkeln, wie m : n verhalten. Dies giebt eine leichtere Rechnung. So würde bey Luft und Glas für 30° Einfallswinkel, der Brechungswinkel 20° gefunden, welches von der richtigern Beſtimmung (19° 28′) nur um einen halben Grad abweicht. Bey II, wo die Brechungswinkel größer werden, wird man es nur bis auf Einfallswinkel von 18° mit gleicher Sicherheit anwenden können.

Geſchichte der Erfindung dieſer Geſetze.

Die Wirkungen der Stralenbrechung fallen bey unzählbaren Veranlaſſungen in die Augen, und konnten daher den Alten nicht unbekannt bleiben. Allein ihre Begriffe davon waren höchſt dunkel und unbeſtimmt. Der Araber Alhazen im 10ten oder 11ten, und Vitello, deſſen Commentator im 13ten Jahrhunderte, deren Werke Friedrich Risner (Opticae theſaurus, Baſil. 1572, fol.) herausgegeben hat, bemühten ſich, mehr von der Stralenbrechung zu ſagen, ſuchten auch durch Verſuche die Größe und das Geſetz derſelben zu entdecken, ohne doch etwas genaues darüber beſtimmen zu können. Einige der ſchönſten Anwendungen dieſer Lehre, der Gebrauch der Brillen und Hohlgläſer, die Erklärung des Regenbogens, ſelbſt die Fernröhre ſind erfunden worden, ehe man noch das Geſetz der Brechung gekannt hat.

Kepler unterſuchte die Brechung aus Luft in Glas und Waſſer ſorgfältiger. Er gab zuerſt (Paralipomena ad Vitellionem, Frf. 1604.) an, der Brechungswinkel, d. i. nach ihm der Winkel des einfallenden Strals mit dem gebrochnen, habe einen Proportionaltheil, der von dem Einfallswinkel abhange, und einen ungleich wachſenden Theil, der ſich nach der Secante des gebrochnen Winkels richte. Nach dieſer Vorausſetzung berechnet er eine Tafel für die Brechung im Waſſer. In ſeiner Dioptrik aber (Dioptrice, Aug. Vind. 1611. 4. ax. 7. 8.) behauptet er aus Verſuchen, bey der **Brechung** aus **Luft in Glas** betrage der **Brechungswinkel** KCH (Taf. I. Fig. 13.) zwey **Drittheile** des **Einfallwinkels**, wenn der letztere unter 30 Graden ſey. Da die Objectivgläſer vom Mittel bis zum Umfang ſelten über 20° halten, ſo glaubt er, dieſes Verhältniß ſey zum Gebrauch für die Theorie der Linſengläſer und der Fernröhre hinreichend genau. Er war zwar zu ſehr Geometer, um einen Satz für vollkommen zu halten, der nur auf kleine Winkel eingeſchränkt war; inzwiſchen hat er für die angeführte Theorie ſehr richtige Folgen daraus gezogen. Auch beſtimmte er ſchon durch Verſuche, daß die letzte Brechung aus Glas in Luft bey einem Einfallswinkel von 42° geſchehe, und bey einem größern in Zurückwerfung übergehe (Dioptr. ax. 9.). Es iſt zu verwundern, daß ein Mann von ſeinem Scharfſinne die Entdeckung des wahren Geſetzes, der er ſo nahe war, verfehlen konnte.

Scheiner und **Kircher** ſtellten über die Größe der Brechung in Glas, Waſſer, Wein, Oel ꝛc. noch mehr Verſuche an (Kircher Ars magna lucis et umbrae, Romae 1646. fol.). Von ihren Werkzeugen hiezu ſ. den Art. **Anaklaſtiſches Werkzeug**.

Inzwiſchen war das wahre Geſetz der Brechung von **Willebrord Snellius**, Profeſſor der Mechanik zu Leiden († 1626), entdeckt worden. Zwar iſt ſein Werk über die Optik, worinn er dieſe Entdeckung bekannt machen wollte, nie herausgekommen; allein das Zeugniß des **Huygens** (Dioptr. p. 2.), der ſeine Handſchrift geſehen

hat, verdient Glauben; auch führt Prieſtley aus dem Voſſius (De natura lucis, Amſt. 1662. 4.) an, daß dieſe Entdeckung von dem Profeſſor Hortenſius in Leiden ſey vorgetragen worden, obgleich Herr Scheibel (Einl. in die mathemat. Bücherkenntniß, Th. II. S. 326.) ſagt, er habe dies nicht im Voſſius gefunden.

Nach Huygens Nachricht fand Snellius, daß ſich (Taf. IV. Fig. 72.) bey Brechungen durch eben dieſelben Mittel die Linien CK und CO (d. i. der gebrochene Stral, und die Verlängerung des einfallenden bis an die mit dem Einfallslothe RH gleichlaufende Linie KD) in einem beſtändigen Verhältniſſe befänden, welches beym Uebergange aus Luft in Glas 3 : 2, bey dem aus Luft in Waſſer 4 : 3 ſey. Die Linen CK und CO ſtellen (wenn CD der Sinus totus iſt) die Coſecanten der Winkel CKD und COD vor, von welchen der erſte dem Brechungswinkel KCH, der zweyte dem Einfallswinkel SCR gleich iſt; daher der Satz ſo viel ſagt, als: **Die Coſecanten des Brechungs- und des Einfallswinkels ſind für einerley Mittel in einem beſtändigen Verhältniſſe.** Es fehlte nur dies noch, daß Snellius nicht daran gedacht hatte, für das Verhältniß der Coſecanten das ihm gleiche umgekehrte Verhältniß der Sinus zu ſubſtituiren, und ſo den Vortrag bequemer zu machen.

Mit dieſer leichten Veränderung, und alſo völlig, wie oben bey I und II, trug es Descartes in ſeiner 1637 erſchienenen Dioptrik vor, ohne Benennung des Erfinders, und als eine Folge aus ſeinen ſpeculativen Unterſuchungen über die Natur der Brechung eingekleidet, ob er gleich, wie Huygens gewiß zu wiſſen behauptet, des Snellius Handſchriften geleſen hatte, aus welchen der Satz: **Die Sinus des Einfalls- und Brechungswinkels ſind für einerley Mittel in beſtändigem Verhältniſſe,** mit ſo leichter Mühe zu ziehen war. Montucla, der doch ſonſt den Descartes gern vertheidigt, wagt es nicht, den Verdacht dieſes Plagiats von ihm abzulehnen; er führt nur an, Huygens erkläre doch die Sache nicht ge-

radehin für ausgemacht, ſondern begnüge ſich, ſie zu muthmaßen.

Wenn aber auch Descartes die Sache ſelbſt aus des Snellius Handſchriften entlehnt haben mag, ſo muß ihm doch die Dioptrik die erſte öffentliche Bekanntmachung derſelben verdanken, durch welche die Theorie dieſer Wiſſenſchaft ſeit dem Jahre 1647 ganz neue und weit beſſer beſtimmte Gründe erhalten hat.

Hypotheſen über die Urſache der Brechung.

Descartes gründet das angegebene Geſetz der Brechung nicht auf Verſuche, ſondern auf theoretiſche Betrachtungen, welche zugleich eine Erklärung der Urſache deſſelben enthalten ſollen. Er nimmt hiebey an, daß das Licht die dichtern Mittel leichter, als die dünnern, durchdringe: den Grund hievon ſucht er in der Structur dichter Körper, deren Zwiſchenräume freyer von Hinderniſſen (minus villoſi) ſeyn ſollen, ſo wie etwa eine Kugel auf einer harten glatten Fläche ſchneller rolle, als auf einem weichen Teppich. Wenn nun (Taf. IV. Fig. 72.) der Stoß des Lichts SC auf die Oberfläche eines dichtern Mittels AB trift, in welchem er ſich z. B. mit doppelt ſo viel Leichtigkeit fortpflanzen kan, ſo wird es ihm, wie einer Kugel, ergehen, die an der Fläche AB auf einmal eine doppelte Geſchwindigkeit erlangt. Dieſe Kugel wird nun, um einen mit SC gleichen Raum zu durchlaufen, oder wieder bis an den Umkreis des Cirkels KASB zu gelangen, nur die Hälfte der vorigen Zeit brauchen. Ihre vorige Bewegung durch SC läſt ſich in die zwo Bewegungen durch RC und EC zerlegen, deren letztere mit der brechenden Fläche parallel läuft, und alſo durch den Stoß derſelben nicht verändert wird. Mit dieſer Bewegung wird nun, in der Hälfte der vorigen Zeit durch SC, nur $CD = \frac{1}{2}CE$ zurückgelegt. Daher muß der neue Weg der Kugel CK ſo beſchaffen ſeyn, daß $CD = \frac{1}{2}CE$, oder $KH = \frac{1}{2}RS$, d. i. daß ſich die Sinus des Einfalls- und Brechungswinkels, welches eben die Linien RS und KH ſind, in umgekehrtem Verhältniſſe der Geſchwindigkeiten in beyden Mit-

teln, und alſo, wenn die Mittel dieſelben bleiben, in einem beſtändigen Verhältniſſe befinden Man ſieht bey dieſem Beweiſe des Geſetzes der Brechung keinen hinlänglichen Grund, warum die in der Geſchwindigkeit vorgehende Veränderung ganz und allein die wahre Bewegung durch CK betreffen, und nicht zum Theil auf die parallele Bewegung durch CD wirken ſoll, da doch der nicht blos an die Fläche ſtoßende, ſondern im dichtern Mittel wirklich fortgehende Körper, wenn er daſſelbe leichter durchdringt, auch nach der Richtung CD oder HK leichter und geſchwinder in demſelben fortgehen ſollte. Von dieſer Seite haben auch Fermat und Hobbes dieſen Beweis vornehmlich angegriffen; und es läſt ſich ſchwerlich anders, als im Newtoniſchen Syſteme der Attraction, ein hinlänglicher Grund von dem erwähnten Phänomen angeben. Uebrigens iſt es wahrſcheinlich, daß das Licht im dichtern Mittel geſchwinder, als im dünnern, fortgehe; ob ich gleich dieſe Behauptung mit Descartes Vorſtellung, daß ſich das Licht in inſtanti fortpflanze, nicht recht zu vereinigen weiß.

Fermat, welcher die mit Descartes angefangne Streitigkeit noch mit deſſen Schüler Clerſelier fortſetzte, gerieth auf einen Beweis dieſes Geſetzes aus dem Grundſatze, daß die Natur ihre Endzwecke auf die kürzeſte Art erreiche. Er ſetzt hiebey voraus, das Licht treffe im dichtern Mittel mehr Widerſtand, als im dünnern, an (gerade das Gegentheil von Descartes Vorausſetzung); dagegen verkürze ſich wiederum die Länge des Weges CK in dem Maaße, daß die Zeit, die das Licht brauche, um von S nach K zu kommen, auf dem Wege SCK die kürzeſte mögliche ſey. Aus dieſen Grundſätzen folgert er durch eine weitläufige Rechnung, daß ſich, um dieſes Kürzeſte zu erreichen, die Sinus der Winkel SCR und HCK, umgekehrt, wie die Widerſtände beyder Mittel verhalten müſten. Mit Hülfe des nachher erfundenen Infiniteſimalcalculs läſt ſich dieſe Rechnung ſehr abkürzen. Wenn ein Körper von S durch die Fläche AB auf verſchiednen gebrochnen Wegen nach K gehen kan, ſo iſt leicht zu erweiſen,

daß ſich bey allen dieſen Wegen die genannten Sinus, wie die entgegengeſetzten Differentialien der Stücken des Weges SC und CK verhalten. Da nun die Zeiten, die zu Zurücklegung beyder Stücken erforderlich ſind, im zuſammengeſetzten Verhältniſſe der Längen dieſer Stücken und der Widerſtände in jedem Stücke (R und r) ſtehen, ſo läſt ſich die ganze Zeit durch SCK, durch $SC \times R + CK \times r$ ausdrücken. Soll dieſe Zeit ein Kleinſtes ſeyn, ſo muß ihr Differential $(dSC \times R + dCK \times r)$ verſchwinden, woraus

$-dSC : dCK = r : R$ oder $\sin. SCR : \sin. HCK = r : R$

folgt.

So ſtimmten Descartes und Fermat in dem Schluſſe überein, daß die Sinus des Einfalls- und Brechungswinkels in einem beſtändigen Verhältniſſe ſtünden; nur glaubte der erſte, daß ſie ſich umgekehrt wie die Geſchwindigkeiten in beyden Mitteln, der letztere, daß ſie ſich umgekehrt, wie die Widerſtände der Mittel, verhielten. Fermats Art, aus den Endurſachen oder Abſichten der Natur zu ſchließen, kan wohl für keine phyſikaliſche Erklärung gelten; er ward auch zuletzt des Streits müde, gab ſeinem Gegner nach, und behielt ſich nur vor, ſeine geometriſche Auflöſung für ſchöner, als den carteſianiſchen Beweis, halten zu dürfen, der ihn, ſo wahr er ſeyn möge, doch nicht überzeuge.

Herr von Leibnitz (Unicum Opticae, Catoptricae et Dioptricae principium, Act. erud. Lipſ. menſ. Jun. 1682.) hat von dem Geſetze der Brechung einen andern, ebenfalls auf die Endurſache gebauten Beweis, zu geben verſucht. Er nimmt den Grundſatz an, daß die Natur das Licht von S bis K auf dem leichteſten Wege führe, daß alſo nicht die Zeit, ſondern die Schwierigkeit ſeines Fortgangs (die er durch das Product aus der Länge des Weges in den Widerſtand des Mittels ausdrückt) ein Kleinſtes ſey. Daraus folgt eben die Rechnung und daſſelbe Reſultat, wie bey Fermat; die Sinus von SCR und HCK verhalten ſich umgekehrt, wie die Widerſtände der Mittel, oder direct, wie die Leichtigkeiten, mit welchen

ſich die Mittel durchdringen laſſen. Was aber die Geſchwindigkeit betrift, ſo nimmt er an, ſie wachſe mit dem Widerſtande zugleich, daß alſo nach ihm, wie bey Descartes, der Lichtſtral im dichtern Mittel geſchwinder geht, ob er gleich daſelbſt mehr Widerſtand antrift. Man kan gegen dieſen Beweis den gegründeten Einwurf machen, daß der Begrif von Leichtigkeit und Schwierigkeit hiebey unbeſtimmt ſey, und wenn nichts widerſinniges folgen ſolle, im voraus nach dem zu beweiſenden Satze eingerichtet werden müſſe. Nimmt man jene Worte in der Bedeutung, daß im leeren Raume, wo der Widerſtand ganz verſchwindet, die Leichtigkeit unendlich groß iſt, ſo folgt der offenbar falſche Satz, daß beym Uebergange des Lichts aus dem leeren Raume in Luft der Brechungswinkel allezeit = 0 ſey; aber dieſe Bedeutung des Worts würde **Leibnitz** nicht zugegeben haben. Herr **Klügel** nennt daher dieſen Leibnitziſchen Gedanken einen ſinnreichen Einfall, den man nicht allzugenau beleuchten dürfe. Es ſcheint vielmehr bey dem Geſetze der Brechung weder die kürzeſte Zeit, noch der leichteſte Weg gewählt zu ſeyn.

Um die aus den Endzwecken der Natur hergeleiteten Beweiſe zuſammenzuſtellen, will ich ſogleich denjenigen beyfügen, welchen Herr v. **Maupertuis** (Mém. de Paris 1743. ingl. Mém. de l'ac. de Pruſſe 1746.) auf ſeinen **Satz der kleinſten Wirkung** gegründet hat. Die Natur, ſagt er, wählt überall den Weg, bey welchem die Wirkung (das Product aus der Maſſe in den Raum und die Geſchwindigkeit) ein **Kleinſtes** iſt. Da beym Lichte die Maſſe nicht in Betrachtung kömmt, ſo muß beym Uebergange aus S in K, die Summe der Producte aus SC in die Geſchwindigkeit durch SC, und aus CK in die Geſchwindigkeit durch CK, ein **Kleinſtes** ſeyn. Hieraus folgt wieder durch eben dieſelbe Rechnung, daß ſich die Sinus des Einfalls- und Brechungswinkels umgekehrt, wie die Geſchwindigkeiten des Lichts in beyden Mitteln, verhalten müſſen. Auch hiebey iſt, wie bey Descartes und **Leibnitz**, die Geſchwindigkeit im dichtern Mittel größer, und unter allen aus den Zwecken der Natur geführten

Beweiſen möchte dieſer wohl der glücklichſte ſeyn, obgleich ſie alle nicht für phyſikaliſche Erklärungen gelten können, da ſie nur den Endzweck, nicht die wirkende Urſache lehren, auch die Vorausſetzung, auf die ſie ſich gründen, nicht anders, als durch die zu beweiſenden Sätze ſelbſt, beſtätiget werden können.

Unter den mechaniſchen Erklärungen der Urſache der Brechung iſt eine der älteſten diejenige, welche Hobbes, Barrow (Lectiones opticae, Lond. 1674. 4.), Dechales (Mundus mathematicus, Lugd. 1690. fol.) und Rizzetti (Catoptr. et Dioptr. elementa, Venet. 1728. 8.) angenommen haben, und deren Erfindung Montucla dem P. Maignan (Perſpectiva horaria, Romae 1648. fol.) zuſchreibt. Man nimmt an, daß das Licht aus mehrern an einander hängenden länglichen Theilen beſtehe, welche ſich immer parallel mit einander fortbewegen. Stößt nun der Lichtſtral ſchief gegen eine brechende Fläche, wo er mehr Widerſtand findet, ſo wird der Theil a (Taf. IV. Fig. 73.) eher anſtoßen und Widerſtand leiden, als der zugehörige Theil A. Jener wird daher mit verminderter Geſchwindigkeit fortgehen, indem A noch ſeine vorige Geſchwindigkeit behält. Da aber beyde zuſammenhängen, ſo werden ſie (etwa wie die Räder eines umgelenkten Wagens) concentriſche Bogen a b und A B beſchreiben, deren Längen ſich, wie die Geſchwindigkeiten in beyden Mitteln, verhalten, bis A ebenfalls die brechende Fläche in B erreicht, eine gleiche Geſchwindigkeit mit a erhält, und beyde von B und b aus wieder parallel und geradlinigt fortgehen können. Man ſieht aus der Figur, daß ſich der Stral, wenn der Uebergang aus dem dünnern Mittel ins dichtere geſchieht, wo a b kleiner, als AB iſt, nach dem Einfallslothe zu, im entgegengeſetzten Falle aber von demſelben ablenken müſſe. Allein, außer der willkührlich angenommenen Vorausſetzung von der Beſchaffenheit des Lichts, würde hieraus folgen, daß dichtere und ſtärker brechende Mittel dem Lichte mehr Widerſtand entgegenſetzten, und ſeine Geſchwindigkeit verminderten, wovon ſich eher das Gegentheil vermuthen läßt.

Eine andere aus den Geſetzen der Statik hergeleitete Erklärung hat Johann Bernoulli (Act. erud. Lipſienſ. menſ. Jan. 1701.) vorgetragen. Wenn zwo ungleiche Kräfte den Punkt C (Taf. IV. Fig. 72.) nach den Richtungen CS und CK ſo ſollicitiren, daß daraus eine mittlere Richtung nach CH entſteht, ſo verhalten ſich dieſe Kräfte, wie die Linien CO und CK, d. i. wie die Sinus der Winkel KCH und SCR. Dies iſt aus der Lehre von Zuſammenſetzung der Kräfte leicht erweislich, oder es iſt vielmehr der Hauptſatz dieſer Lehre ſelbſt. Allein die Anwendung hievon auf die Brechung, und die Vergleichung der Wege der Stralen SC und CK mit den Richtungen von Kräften iſt allzudunkel, als daß ſie Ueberzeugung gewähren könnte. Die Härte dieſes Uebergangs aus der Statik in die Optik ſcheint Bernoulli ſelbſt gefühlt zu haben; er ſetzt gleichſam zur Entſchuldigung hinzu: Videtur enim natura, (ſi quis inſtinctus ei tribuendus) hoc ipſo ſtatico principio delectari, atque hanc viam ex mechanicis mutuari voluiſſe, ut per eam tanquam per facillimam ad ſcopum ſuum perveniret. Inzwiſchen iſt dieſe Uebereinſtimmung des Geſetzes der Brechung mit dem Geſetze des Gleichgewichts der Kräfte immer merkwürdig. Wenn man ſich nemlich unter der Linie AB eine Stange, und an derſelben einen Ring denkt, an welchem zwo ungleiche Kräfte ziehen, ſo wird ſich der Ring nicht eher in Ruhe ſtellen, als bis er in C kömmt, wo ſich die Sinus der Winkel SCR und HCK umgekehrt, wie die Kräfte, verhalten. Die Wege der Stralen bey der Brechung kommen alsdann mit den Richtungen der Kräfte, und die Dichtigkeiten der Mittel, nach Bernoulli, mit den Größen der Kräfte überein; allein dieſe Aehnlichkeit macht noch nicht deutlich, wie man aus dem einen Naturgeſetze eine phyſikaliſche Demonſtration des andern führen könne.

Den ſcharfſinnigſten mechaniſchen Beweis des Geſetzes der Brechung giebt Huygens (Traité de la lumiere, Leide, 1690. 4. c. 3.). Es hängt aber derſelbe ganz von ſeiner Hypotheſe ab, daß das Licht aus wellenförmig fortgepflanzten Schwingungen oder Wirbeln eines elaſtiſchen

Mittels beſtehe. Dieſer Idee gemäß geht das Licht jederzeit nach Linien fort, auf welchen die neben einander liegenden Reihen der einzelnen Schwingungen oder ihrer Mittelpunkte ſenkrecht ſtehen. Taf. IV. Fig. 73. werde der Fortgang des Lichtſtrals durch die Linie Da, und eine Anzahl neben einander liegender Reihen von Schwingungen durch die Linien nn, mm, aA vorgeſtellt. Trift nun der Stral an der Fläche EB ſchief gegen ein Mittel, in welchem ſich die Schwingungen langſamer fortpflanzen, ſo wird die Schwingung bey a zuerſt gehindert, indem die nebenliegenden, z. B. A, noch ihre vorige Geſchwindigkeit behalten. Die bey a geht nur um ab fort, indem die bey A nach AB fortgeht; ab und AB verhalten ſich, wie die Geſchindigkeiten in beyden Mitteln. Dadurch wird die Richtung der Linien, in welchen die Schwingungen neben einander liegen, geändert. Vorher waren ſie nn, mm, aA; jetzt werden ſie bB, pp, qq. Der Lichtſtral pflanzt ſich alſo nunmehr nach der auf bB ſenkrechten Linie bq fort. Offenbar verhalten ſich hiebey die Sinus der Winkel AaB und ABb (welche dem Einfallswinkel und dem Brechungswinkel gleich ſind), wie AB zu ab, oder wie die Geſchwindigkeiten des Lichts in beyden Mitteln. Sie ſind daher in einem beſtändigen Verhältniſſe. Dieſem an ſich ſchönen Beweiſe ſteht jedoch das entgegen, daß er lediglich von Huygens ſehr erkünſtelter Hypotheſe abhängt, und daß ihm zufolge das Licht im Glaſe langſamer fortgehen müſte, als in der Luft, welches zwar noch nicht widerlegt, aber auch nicht wahrſcheinlich iſt.

Euler (Nova theoria lucis et colorum in Opuſc. varii arg. Berol. 1746. 4.) hat in ſeine ſinnreiche Theorie des Lichts auch dieſen Beweis des Huygens wieder aufgenommen. Da er aber nicht, wie Huygens, ſeine Schwingungen aus einzelnen neben einander liegenden Wirbeln, wovon a und A die Mittelpunkte vorſtellen, zuſammenſetzt, ſo ſieht man bey ihm nicht ſo deutlich ein, aus welchem Grunde die Pulſus ihre vorige Linie aA jetzt in bB verändern ſollen. Es bleibt immer noch die Frage übrig, warum nicht die Aetherth eilchen a und A ihre ſchwingenden Be-

wegungen jedes für ſich und unabhängig von einander, alſo in der vorigen Richtung, fortpflanzen können, worüber mir der Euleriſche Vortrag keine befriedigende Antwort giebt.

Newton (Princip. L. I. prop. 94—96.) geht in dieſer Materie auf eine Art zu Werke, die ganz ſeiner, des großen Geometers, würdig iſt. Er beweiſet zuerſt, wenn zwey gleichartige Mittel durch einen mit parallelen Ebnen begrenzenten Raum getrennt ſeyen, und ein Körper beym Durchgange durch dieſen Raum von beyden Mitteln angezogen, außerdem aber von keiner andern Kraft getrieben oder gehindert werde, auch die Anziehung in gleichen Entfernungen von jeder Ebne gleich ſey, ſo werden ſich die Sinus des Einfallswinkels in der einen und des Brechungswinkels beym Ausgange aus der andern Ebne in einem gegebnen Verhältniſſe befinden. Er zeigt dies erſt für den einfachen Fall, wo die Anziehung eine unveränderliche Größe, und der Weg des Körpers eine Parabel iſt. Iſt aber die Anziehung veränderlich, ſo laſſen ſich zwiſchen beyden Ebnen parallele Zwiſchenebnen gedenken, ſo viel man deren, und ſo nahe an einander man ſie annehmen will, die alſo auch ſo nahe gedacht werden können, daß endlich zwiſchen jeden zwo nächſten die Anziehung unveränderlich zu ſetzen iſt; woraus erhellet, daß der Satz, der für den Durchgang durch jeden einzelnen Zwiſchenraum gilt, auch für den Durchgang durch die Summe aller Zwiſchenräume gelte, nach was immer für einem Geſetze ſie auch die Anziehung ändern und was für eine Curve auch der Weg ſeyn mag. Er beweiſet ferner (prop. 95.), daß unter eben dieſen Vorausſetzungen die Geſchwindigkeiten des Körpers vor dem Eintritt in den Zwiſchenraum und nach dem Austritt aus demſelben ſich umgekehrt wie die Sinus der gedachten Winkel verhalten müſſen. Er zeigt endlich (prop. 96.), daß in dem Falle, wo die Geſchwindigkeit vor dem Eintritte größer, als nach demſelben iſt, bey großen Einfallswinkeln der Körper die zweyte Ebne gar nicht erreiche, ſondern nach dem Geſetz der Reflexion zurückgeworfen werde. Dieſen Anziehungen nun, ſetzt er

hinzu, ſey die Brechung des Lichts ziemlich ähnlich. Er beruft ſich auf die Beugung der Lichtſtralen (ſ. Beugung), wobey ſich diejenigen Stralen krümmen, die am Rande eines Meſſers vorbeygehen; krümmen ſich dieſe, ſagt er, ſo müſſen ſich auch die, die das Meſſer ſelbſt treffen, krümmen, noch ehe ſie es erreichen; und eben ſo ſteht es mit den Lichtſtralen, welche auf Glas fallen. Die Brechung geſchieht alſo nicht im Einfallspunkte, ſondern nach und nach durch eine ſtetige Krümmung der Stralen, die zum Theil in der Luft vorgeht, noch ehe ſie das Glas erreichen, zum Theil vielleicht noch im Glaſe, nachdem ſie ſchon in daſſelbe eingetreten ſind, fortdauert. Er behauptet übrigens blos, daß die Fortpflanzung des Lichts dem Fortgange der Körper ähnlich ſey, ohne ſich auf die Natur des Lichts einzulaſſen, de natura radiorum (utrum ſint corpora nec ne) nihil omnino diſputans, ſed trajectorias corporum trajectoriis radiorum perſimiles ſolummodo determinans.

Man hat ſich alſo Newtons Grundſätzen gemäß das, was bey der Brechung vorgeht, ſo vorzuſtellen. Ein Lichtſtral EF fällt, wie Taf. V. Fig. 74., ſchief auf Glas, das ihn ſtärker, als die Luft, anzieht. Sobald er an die Linie ab kömmt, bey der die Wirkung des Glaſes auf ihn anfängt, ändert dieſe ſeine Richtung, wie die Schwere die Richtung geworfener Körper ändert; er beſchreibt eine krumme Linie, die gegen das Glas zu hohl iſt. Selbſt im Glaſe bleibt ſein Weg FG noch ſo lange krummlinigt, bis er in G kömmt, wo die Wirkung des äußern Mittels auf ihn ganz aufhört, oder wo ihn blos Wirkungskreiſe des Glaſes von allen Seiten her umringen. Dann heben ſich die Anziehungen von allen Seiten auf, und er geht nun nach der Tangente der beſchriebenen krummen Linie FG geradlinigt fort, bis nach H, wo die Wirkungskreiſe des Glaſes von außen her aufhören, und Wirkungskreiſe der Luft an ihre Stelle treten. Hier wird er ſtärker nach der innern Seite, als nach der äußern gezogen, und beſchreibt aufs neue eine krumme Linie, deren Beſchaffenheit der Anblick der Figur deutlich darſtellt. Iſt bey der Annäherung

an die untere Glasfläche der Einfallswinkel x ſo groß, daß die krumme Linie ſchon mit der Glasfläche parallel wird, ehe der Stral noch dieſe Fläche erreicht, ſo geht das, was ſonſt Brechung war, jetzt ganz in Zurückwerfung über.

Hiebey ſtehen nun nach den angeführten Sätzen (Princip. L. I. prop. 94.) für eben dieſelben Mittel, z. B. Luft und Glas, die Sinus des Einfalls- und Brechungswinkels ſtets in einerley Verhältniſſe, und die Geſchwindigkeiten in beyden Mitteln verhalten ſich umgekehrt, wie dieſe Sinus. Clairaut (Mém. de Paris 1738.) hat für die kleinen Curven, welche der Stral bey der Brechung beſchreibt, einen allgemeinen Ausdruck geſucht, der alle Fälle begreift, wo ſich die Anziehung wie irgend eine Potenz der Entfernung verhält. Er findet aus demſelben das Verhältniß der Sinus der Neigungswinkel des erſten und letzten Elements dieſer Curven, und es zeigt ſich, daß dieſes Verhältniß nicht von der Größe des Einfallswinkels abhänge, ſondern blos auf die Geſchwindigkeit des einfallenden Strals, auf das Geſetz der Anziehung, und auf die Dichte der Mittel ankomme. Es iſt daher entſchieden, daß im Syſtem der Anziehung, ihr Geſetz ſey auch welches es wolle, das Brechungsverhältniß des Lichts bey einerley Mitteln immer daſſelbe bleibe.

Die Anziehung der Körper gegen das Licht iſt, als Phänomen betrachtet, durch die Verſuche über die Beugung der Lichtſtralen, unläugbar erwieſen. Was ſie ſey, oder durch welchen Mechanismus ſie bewirkt werde, iſt hiebey nicht die Frage (ſ. Attraction). Auch iſt ihre Stärke und ihr Geſetz unbekannt; wir können nur ſo viel behaupten, daß ſie weit ſtärker als die Schwere ſeyn, und im umgekehrten Verhältniſſe einer höhern, als der zweyten, Potenz der Entfernung ſtehen müſſe. Dies vorausgeſetzt, erklärt Newtons Theorie die Urſache und das Geſetz der Brechung ſo vollkommen, und ſtimmt mit der Erfahrung und in ſich ſelbſt ſo wohl überein, daß ihr nicht leicht ein Kenner der ächten Phyſik und Geometrie ſeinen Beyfall verſagen wird.

Smith (Lehrbegr. der Optik S. 441.) bemerkt, daß alle Theorien, außer Newtons, annehmen, das Licht

leide bey der Brechung von den Körpern Widerſtand *), welches nirgends erwieſen ſey, und durch Bradley's Beobachtungen (ſ. Abirrung des Lichts) widerlegt werde, da die ſchnelle Bewegung der Erdatmoſphäre den Weg der Lichtſtralen keineswegs ſtöre. Man kan noch hinzuſetzen, daß Zurückwerfung und Brechung einerley Urſache haben (ſ. Zurückwerfung), und da bey der Zurückwerfung kein Widerſtand mitwirkt, auch bey der Brechung keiner angenommen werden könne, daß überdies die Brechung des Lichts im dichtern Mittel auf den Perpendikel zu geht, da die Brechung feſter Körper in widerſtehenden Mitteln vom Perpendikel ab gerichtet iſt.

Noch einige Erklärungen, z. B. Herigons, Gregory's, Mairans, Daniel Bernoullis, übergehe ich; auch giebt es vielleicht noch mehrere, die mir nicht bekannt geworden ſind. Wenn man alle zuſammen hält, ſo wird es Verwunderung erregen, daß einerley Folge aus ſo mancherley zum Theil ganz entgegengeſetzten Gründen hat hergeleitet werden können. Es erklärt ſich aber dieſes daraus, daß das Geſetz eines beſtändigen Verhältniſſes der oftgedachten Sinus ſehr vielen Bedingungen zugleich Genüge thut. Unter dieſen wählte man bald die eine, bald die andere zum Grunde des Beweiſes, und konnte aus allen das Verhältniß wieder folgern. Das heißt, man legte das ſchon in die Vorausſetzungen, was man beweiſen wollte. Die merklichſte Verſchiedenheit zwiſchen dieſen Erklärungsarten äußert ſich in Abſicht auf den Widerſtand der Körper und die Geſchwindigkeit des Lichts. Fermat, Barrow und Bernoulli laſſen das Licht im dichtern Mittel mehr Widerſtand antreffen und langſamer gehen; Leibnitz läßt es bey ſtärkerm Widerſtande dennoch geſchwinder forteilen; Descartes, ob er gleich ſonſt dem Lichte gar keine ſucceſſive Fortpflanzung beylegt, redet hier doch von kürzerer

*) Doch ſind hievon, wie mich däucht, noch Huygens und Eulers Theorien auszunehmen. Sie laſſen zwar die Schwingungen im dichtern Mittel langſamer fortgehen, erklären dies aber doch nicht für eine Folge des ſtärkern Widerſtands.

Zeit des Fortgangs und von geringerm Widerſtande im dichtern Mittel. Newton, Huygens und Euler entfernen die Idee von Widerſtand gänzlich; es läſt aber der erſte die Bewegung im dichtern Mittel geſchwinder, die beyden letztern laſſen die Fortpflanzung der Schwingungen im dichtern und im weniger elaſtiſchen Mittel langſamer werden. Wäre es möglich, durch beſtimmte Erfahrungen auszumachen, ob das Licht im Glaſe geſchwinder oder langſamer fortgehe, als in der Luft, ſo würde ſich hieraus zwiſchen Newtons und Eulers Theorien vom Lichte entſcheiden laſſen. Da die Brechung des Lichts der Brechung feſter Körper in widerſtehenden Mitteln (ſ. den vorhergehenden Artikel) der Richtung nach entgegengeſetzt iſt, ſo möchte ſie wohl dieſer letztern auch der Geſchwindigkeit nach entgegengeſetzt ſeyn; eine Vermuthung, die Newtons Syſtem begünſtigt.

Brechungsverhältniſſe in verſchiedenen Mitteln. Brechende Kraft.

Nach der Entdeckung des Geſetzes der Brechung war man bemüht, das Brechungsverhältniß in verſchiednen Mitteln durch Verſuche zu beſtimmen. Boyle bemerkte dabey zuerſt 1664, daß die Größe der Brechung ſich nicht ganz nach der Dichte der brechenden Mittel richte, indem das Terpentinöl ſtärker breche, als das weit dichtere Salzwaſſer. Hawksbee unterſuchte vermittelſt eines Prisma die Brechung verſchiedner Materien, und brachte ſeine Reſultate in eine Tabelle, welche Prieſtley (Geſch. der Optik durch Klügel S. 129.) eingerückt hat. Nach dieſen Verſuchen wird in keiner flüßigen Materie das Licht ſo wenig, als im Waſſer, gebrochen. Ueber die Brechung aus dem luftleeren Raume in Luft und Waſſer ſtellten die Mitglieder der gelehrten Geſellſchaften in England und Frankreich, vornehmlich Lowthorp und Caſſini, ſeit 1698 Verſuche mit Hülfe der Luftpumpe an, von welchen man, da die Boyliſche Leere nie vollkommen iſt, keine genauen Reſultate erwarten durfte.

Bey dieſen Unterſuchungen kam der Name brechende Kraft auf. Man hat mit dieſem Worte mancherley Bedeutungen verbunden. Lowthorp z. B. giebt an, die Quadrate der brechenden Kräfte bey Glas und Waſſer verhielten ſich beynahe, wie die eigenthümlichen Schweren dieſer Materien; ingleichen die brechenden Kräfte der Luft und des Waſſers, wie 36 zu 34400. Hier ſcheint das Verhältniß der brechenden Kräfte für das Verhältniß der Winkel, welche der einfallende und gebrochne Stral beym Ausgange aus dem brechenden Mittel in die eine oder die andere Materie mit einander machen, oder auch der Sinus dieſer Winkel, genommen zu ſeyn. Andere nehmen es in andern Bedeutungen. Am beſtimmteſten hat Newton (Opt. L. II. P. 3. prop. 10.) den Begrif von brechender Kraft feſtgeſetzt. Er ſieht ſie nemlich als die Kraft an, mit welcher das brechende Mittel den Stral nach der Richtung des Einfallsloths anzieht, und gleichförmig beſchleuniget. Um ihr Verhältniß zu beſtimmen, nimmt er an, ein Stral EC mache (Taf. IV. Fig 72.) mit der brechenden Fläche AB einen unendlich kleinen Winkel, daß alſo der Sinus des Einfallswinkels ECR = 1 ſey. Er werde, wenn das Brechungsverhältniß m : n iſt, nach CK gebrochen, ſo wird der Sinus von HCK $= \frac{n}{m}$, deſſen Quadrat $= \frac{n^2}{m^2}$, und das Quadrat des Coſinus von HCK, d. i. des Sinus von DCK $= 1 - \frac{n^2}{m^2} = \frac{m^2 - n^2}{m^2}$ ſeyn, woraus das Quadrat der Tangente von DCK $= \frac{m^2 - n^2}{n^2}$ folgt. Es läßt ſich aber die Geſchwindigkeit durch CK in die zwo durch CD und DK zerlegen, deren erſte der Stral ſchon hatte, ehe er auffiel, die letzte aber erſt durch die brechende Kraft erhält. Beyde verhalten ſich zu einander, wie der Sinustotus (oder 1) zur Tangente von DCK. Da ſich nun gleichförmig-beſchleunigende Kräfte, wie die Quadrate der Geſchwindigkeiten verhalten, die ſie längſt gleichen Räumen erzeugen, ſo wird

ſich die brechende Kraft, nach dieſem Begriffe (und wenn der Stral vor der Brechung in ebendemſelben Mittel gegangen iſt), wie das Quadrat der Tangente von DCK oder wie $\frac{m^2 - n^2}{n^2}$ verhalten. Setzt man z. B. das Brechungsverhältniß aus Luft in Glas 3 : 2, aus Luft in Waſſer 4 : 3, ſo findet man das Verhältniß der brechenden Kräfte des Glaſes und Waſſers, wie $\frac{9-4}{4}$ zu $\frac{16-9}{9}$, d. i. wie $\frac{5}{4}$ zu $\frac{7}{9}$ oder wie 45 zu 28.

Dieſen Grundſätzen gemäß theilt Newton folgende aus ſeinen Verſuchen gezogne Tabelle mit.

Brechende Mittel	Brechungsverhältniß	brechende Kraft K	Dichte D	$\frac{K}{D}$
Luft - -	3851 : 3850	0,00052	0,00125	0,3979
Regenwaſſer	529 : 396	0,7845	1,0000	0,7845
Rectif. Weing.	100 : 73	0,8765	0,866	1,0121
Vitriolöl -	10 : 7	1,041	1,7	0,6124
Alaun - -	35 : 24	1,1267	1,714	0,6570
Borax -	22 : 15	1,1511	1,714	0,6717
Baumöl -	22 : 15	1,1511	0,913	1,2607
Terpentinöl -	25 : 17	1,1626	0,874	1,3222
Arab. Gummi	31 : 21	1,179	1,375	0,8574
Leinöl - -	40 : 27	1,1948	0,932	1,2819
Selenit -	61 : 41	1,213	2,252	0,5386
Kampher -	3 : 2	1,25	0,996	1,2551
Danz. Vitriol	303 : 200	1,295	1,715	0,7551
Salpeter -	32 : 21	1,345	1,9	0,7079
Steinſalz -	17 : 11	1,388	2,143	0,6477
Glas - -	31 : 20	1,4025	2,58	0,5436
Agtſtein -	14 : 9	1,42	1,04	1,3654
Bergkryſtall	25 : 16	1,445	2,65	0,5450
Unächter Topas	23 : 14	1,699	4,27	0,3979
Isl. Kryſtall	5 : 3	1,778	2,72	0,6536
Glas vom Spießglaſe -	17 : 9	2,568	5,28	0,4864
Diamant -	100 : 41	4,949	3,4	1,4556

Die letzte Spalte dieſer Tabelle enthält die Quotienten der brechenden Kraft durch die Dichte der brechenden Materie, oder die Exponenten des Verhältniſſes zwiſchen beyden. Wäre die brechende Kraft der Dichte proportional, ſo müſten alle dieſe Zahlen gleich ſeyn. Wo ſie merklich größer ſind, als die übrigen, wie beym Diamant, Agtſtein, Terpentinöl, Leinöl, Baumöl, Kampher, Weingeiſt, da iſt die brechende Kraft in Vergleichung mit der Dichte ſtärker, als bey den übrigen Materien. **Newton** glaubt alſo aus dieſen Verſuchen das Reſultat ziehen zu können, daß ſich die brechenden Kräfte ganz nahe, wie die Dichten der Körper, verhalten, außer daß durch Ueberfluß brennbarer und ölichter Theile die brechende Kraft verſtärkt, durch Mangel derſelben geſchwächt werde.

Da das Licht aus mehreren Theilen beſteht, welche eine verſchiedene Brechbarkeit haben (ſ. **Brechbarkeit, Farben**), ſo iſt noch zu bemerken, daß die Brechungsverhältniſſe in obiger Tabelle für die mittlere Brechung gelten, wofür hier die des gelben Lichts angenommen iſt.

Neuerlich haben mehrere Naturforſcher die Brechungsverhältniſſe in flüßigen Materien mit Hülfe zweener Glasmenisken, deren Zwiſchenraum mit Waſſer, Weingeiſt, Oel ꝛc. ausgefüllt wird, unterſucht. Man findet aus der Brennweite ſolcher Gläſer das Brechungsverhältniß der Materie, womit ſie gefüllt ſind, leicht. **Euler** (Mém. de Berlin 1762.) liefert Tabellen über ſolche Verſuche, nach welchen unter den flüßigen Materien das Brechungsverhältniß für deſtillirtes Waſſer das ſchwächſte, das für Terpentinöl das ſtärkſte iſt. Brunnenwaſſer bricht ſtärker, als deſtillirtes, und ſeine Brechung iſt zwiſchen 1,336 : 1 und 1,337 : 1 enthalten. Salze im Waſſer aufgelöſet, vergrößern die Brechung. Er fand auch, daß ein erhiztes Glas ſtärker als ein kaltes, hingegen kochendes Waſſer weniger, als kaltes, breche. Das letzte ſchien wenigſtens im Meniskus ſtatt zu finden, obgleich Euler ſelbſt bemerkt, daß aus den Umſtänden des Verſuchs nichts allgemeines folge.

Des Duc de Chaulnes ſinnreiche Methode, Brechungsverhältniſſe des Glaſes, durch Betrachtung von Gegenſtänden, die unter Glasplatten liegen, mit dem Mikroſkop zu beſtimmen, findet man in den Mém. de Berlin 1767. Er fand das Brechungsverhältniß

für Crownglas 1 : 0,665
für Flintglas 1 : 0,628.

Die Herren Cadet und Briſſon haben mit einer hohlen Glaslinſe Verſuche über die brechende Kraft der Liquoren angeſtellt, deren Reſultate in den Mém. de Paris 1774. beſchrieben werden. Sie füllten die Linſe mit verſchiedenen durchſichtigen Liquoren, und maßen die Weite, in der ſich das Bild eines 72 Schuh weit entfernten Gegenſtands deutlich darſtellte. Auch dieſen Verſuchen nach hat das deſtillirte Waſſer die ſchwächſte brechende Kraft, worauf die Auflöſungen der Salze im Waſſer und der Weingeiſt folgen; die Oele, und vornehmlich das Terpentinöl, brechen das Licht am ſtärkſten.

Brechung in ebnen Flächen.

Aus dem allgemeinen Geſetze der Brechung laſſen ſich leicht folgende Sätze herleiten.

1. Parallele Stralen, in einer Ebne gebrochen, bleiben parallel.

2. Aus einander gehende Stralen, in einer Ebne gebrochen, nähern ſich mehr, oder divergiren weniger, wenn ſie in ein dichteres Mittel treten; ſie entfernen ſich noch mehr von einander, wenn ſie in ein dünneres treten.

3. Zuſammenfahrende Stralen, in einer Ebne gebrochen, entfernen ſich mehr, oder convergiren weniger, wenn ſie in ein dichteres Mittel treten; hingegen convergiren ſie ſtärker, wenn ſie in ein dünneres Mittel übergehen.

4. Geht ein Lichtſtral durch ein durchſichtiges Mittel, welches mit zwo parallelen Ebnen begrenzt iſt, wieder in das vorige Mittel über, ſo iſt ſeine Richtung nach dem Brechen der vor dem Brechen wieder parallel. Daher erſcheinen Gegenſtände durch eine ebne Glasplatte, z. B.

durch eine Fenſterſcheibe betrachtet, in ihrer natürlichen Größe und Geſtalt, nur etwa um den dritten Theil der Glasdicke näher gerückt. Iſt dieſe Dicke unbeträchtlich, ſo kan man ohne merklichen Fehler annehmen, der Lichtſtral gehe ungebrochen hindurch.

5. Geht der Stral durch ein Mittel, welches zwo nicht parallele Ebnen begrenzen, z. B. durch ein gläſernes Prisma, ſo wird er beym Ausgange aus demſelben eine andere Richtung als beym Eingange haben.

6. Geht ein Stral durch mehrere mit parallelen Ebnen einander berührende Mittel von verſchiedener Dichte, ſo wird im letzten derſelben die Brechung ſo groß ſeyn, als wenn der Stral unmittelbar aus dem erſten Mittel ins letzte übergegangen wäre.

Hieher gehört auch die Erklärung einiger ſehr bekannten Phänomene der Brechung. Einem Auge außer dem Waſſer erſcheinen Gegenſtände im Waſſer allezeit höher, als ſie wirklich liegen. Dem Auge in S (Taf. IV. Fig. 72.) würde der unter dem Waſſer liegende Punkt K, weil der Weg des Strals KCS iſt, nach der Linie SC, und alſo um O zu liegen ſcheinen. So ſcheint der Boden eines Gefäßes mit Waſſer höher zu liegen und hohl; ein Geldſtück auf dem Boden eines Gefäßes, das der Rand des Gefäßes verdeckt, wird ſichtbar, wenn man Waſſer darüber gießt; der Fiſch im Waſſer wird nicht an ſeinem wahren Orte, ſondern höher nach der Oberfläche hin, geſehen; von einem ſchief ins Waſſer gehaltnen Stabe erſcheint jeder im Waſſer befindliche Theil höher, als er wirklich liegt, und da dies den Theilen außer dem Waſſer nicht wiederfährt, ſo ſcheint der Stab gebrochen u. ſ. w. Wie unbeſtimmt hiebey der eigentliche Ort des Bildes ſey, ſ. bey dem Worte: Bild.

Von der Brechung in gekrümmten Flächen wird bey dem Worte: Linſengläſer, und von der Brechung des Lichts beym Durchgange durch die Atmoſphäre in dem Artikel: Stralenbrechung, aſtronomiſche, gehandlet werden.

Die Zerſtreuung des gebrochnen Lichts in Farben iſt der Gegenſtand der Artikel: **Brechbarkeit**, **Farbenzerſtreuung**.

Eine beſondere Art der Brechung mit Verdoppelung des Bildes begleitet, wird bey dem Worte: **Kryſtall, isländiſcher**, vorkommen.

Prieſtley Geſchichte der Optik, durch Klügel, S. 86 u. f. S. 238 u. f.

Montucla Hiſt. des mathemat. To. II.

Smiths Lehrbegrif der Optik, durch Käſtner, an mehreren Stellen.

Briſſon Dict. de Phyſ. art. *Pouvoir refringent des liqueurs.*

Brechungsebne, Planum refractionis, *Plan de refraction.* Die ebne Fläche, welche bey der Brechung des Lichts durch den einfallenden Lichtſtral und das Einfallsloth geht. In dieſer Ebne bleibt auch der gebrochne Stral, ſ. **Brechung der Lichtſtralen**. Dieſer Umſtand erleichtert die Zeichnung der zur Brechung gehörigen Figuren. Man zeichnet nemlich auf das Papier den einfallenden Stral und das Einfallsloth; ſo geht auch der gebrochne Stral in der Ebne des Papiers fort, welche hiebey die Brechungsebne vorſtellt.

Brechungsſinus, Sinus refractionis, *Sinus de refraction.* So nennt man bisweilen der Kürze halber den Sinus des Brechungswinkels KCH (Taf. IV. Fig. 72.), welcher bey der Brechung durch einerley Mittel mit dem Sinus des Einfallswinkels in einem beſtändigen Verhältniſſe ſteht, ſ. **Brechung der Lichtſtralen**.

Brechungsverhältniß, Ratio refractionis. Das Verhältniß der Sinus des Einfallswinkels und Brechungswinkels, welches, wenn die Brechung durch einerley Mittel geſchieht, ein beſtändiges Verhältniß iſt, ſ. **Brechung der Lichtſtralen**.

Brechungswinkel, Angulus refractionis, *Angle de refraction.* Der Winkel KCH (Taf. IV. Fig. 72.), welchen bey der Brechung der Lichtſtralen der gebrochne

Stral CK mit dem Einfallslothe CH macht. Viele Schriftſteller von Anſehen, z. B. Wolf, Käſtner, Erxleben, nennen ihn den gebrochnen Winkel, und geben dagegen den Namen des Brechungswinkels dem Winkel OCK, welchen der gebrochne Stral CK mit der Verlängerung des einfallenden Strals CO macht. Es kömmt auf Benennungen nicht an, wenn gehörig erklärt wird, was man darunter verſtehe. Ich habe hier diejenige gewählt, welche die Autorität der vornehmſten Schriftſteller in dieſem Fache, Newtons (Opt. L. I. Def. 5.), Muſchenbroeks, Prieſtley's, Smith's für ſich hat, und von Herrn Käſtner ſelbſt im Smithſchen Lehrbegrif beybehalten worden iſt.

Breite, der Geſtirne, Latitudo aſtrorum, *Latitude des aſtres.* (Taf. V. Fig. 75.) Der Abſtand SL eines Geſtirns S von der Ekliptik EC wird ſeine Breite genannt. Dieſer Abſtand wird durch den zwiſchen dem Geſtirn und der Ekliptik enthaltenen Bogen SL eines auf der Ekliptik ſenkrecht ſtehenden gröſten Kreiſes PSLp (ſ. Breitenkreis gemeſſen. Die Breite iſt entweder **nördlich** oder **ſüdlich**, je nachdem das Geſtirn von der Ekliptik aus gerechnet nach ihrem Nordpole, oder nach ihrem Südpole zu liegt.

Geſtirne, welche in der Ekliptik ſelbſt liegen, haben gar keine Breite. So hat die Sonne, deren Mittelpunkt ſich ſtets in der Ekliptik befindet, nie eine Breite. Die Planeten befinden ſich ſtets nahe an der Ekliptik, haben alſo nur geringe Breiten; die Stellen, wo ſie durch die Ekliptik hindurch aus der ſüdlichen Hälfte in die nördliche, oder aus dieſer in jene übergehen, heißen ihre **Knoten.**

Die Breite eines Geſtirns kan nie über 90° betragen. Zählt man in einem Breitenkreiſe pLSP von der Ekliptik aus 90°, ſo kömmt man in einen Pol der Ekliptik, und für Geſtirne, welche noch weiter hinaus lägen, würde die Breite auf der andern Seite der Kugel von dem Punkte l aus gerechnet werden müſſen, und wiederum weniger als 90° betragen.

Die Breiten dienen nebſt den Längen (ſ. Länge der Geſtirne), die Stellen der Geſtirne am Himmel genau zu beſtimmen. Es war daher von jeher ein Hauptgeſchäft der Sternkundigen, die Breiten der Fixſterne ſo genau als möglich zu finden, und in Verzeichniſſe einzutragen, für die Planeten aber Tafeln zu verfertigen, vermittelſt deren die Breite und Länge jedes Planeten für jede gegebne Zeit berechnet, d. i. ſein jedesmaliger ſcheinbarer Ort gefunden werden könnte. Hiezu muſten nun auch häufige Beobachtungen über die Breiten der Planeten gemacht werden. Die alten Aſtronomen ſuchten oft vermittelſt metallener oder hölzerner Ringe, welche nach der jedesmaligen Lage der Ekliptik und der Breitenkreiſe geſtellt werden, der Zodiakalarmillen, die Breiten unmittelbar zu beobachten. Dieſe Methode iſt höchſt unbequem und unſicher, da ſich die Stellung der Ekliptik am Himmel mit jedem Augenblicke ändert. Daher werden in der neuern Aſtronomie nicht mehr die Breiten, ſondern die geraden Aufſteigungen und Abweichungen (man ſehe die zu dieſen Worten gehörigen Artikel) beobachtet, aus welchen ſich nachher die Breiten durch Auflöſung eines Kugeldreyecks finden laſſen.

Auf dieſe Art ſind die Breiten der meiſten Fixſterne gefunden und in die Verzeichniſſe eingetragen worden, wovon der Artikel: **Fixſternverzeichniſſe**, mehrere Nachricht geben wird.

Bey den Berechnungen der Breite der Planeten ſind ihre heliocentriſchen Breiten von den geocentriſchen zu unterſcheiden, wovon die Worte: **Heliocentriſch**, **Geocentriſch**, nachzuſehen ſind.

Breite, geographiſche, Latitudo geographica, *Latitude*. Der Abſtand eines Orts auf der Erde vom Aequator, durch den zwiſchen dem Orte und dem Aequator enthaltenen Bogen eines Mittagskreiſes gemeſſen, ſ. **Mittagskreis**, auf der Erdkugel. Die geographiſche Breite iſt **nördlich** oder **ſüdlich**, je nachdem der Ort

vom Aequator der Erde aus gerechnet, nach dem Nordpole oder nach dem Südpole zu liegt.

Dieſe Breite iſt das Maaß des Winkels, welchen die Scheitellinie des Orts mit der Ebne des Erdäquators macht. Nun trift die verlängerte Scheitellinie am Himmel das Zenith des Orts, die verlängerte Ebne des Erdäquators aber den Aequator der Himmelskugel. Mithin wird die Breite eines jeden Orts auch durch den Abſtand des Aequators am Himmel von dem Zenith, oder durch das Complement der Aequatorhöhe ausgedrückt. Da nun das Complement der Aequatorhöhe die Polhöhe iſt (ſ. Aequatorhöhe), ſo iſt die Breite eines Orts ſeiner Polhöhe gleich. So iſt die Breite von Leipzig = 51° 19′ 41″ nördlich, nach Heinſius Beobachtungen.

Orte, die im Aequator ſelbſt liegen, haben gar keine Breite, ſo wie ſie keine Polhöhe haben, weil ihnen beyde Pole im Horizonte liegen, ſ. Sphäre. Auch kan die Breite eines Orts nie über 90° betragen, weil die Polhöhe nie über 90° ſteigen, d. h. weil der Pol höchſtens nur im Zenith ſelbſt liegen kan, wie in denen beyden Punkten, die ſich in den Polen der Erdkugel ſelbſt befinden.

Die Breiten dienen nebſt den Längen (ſ. Länge, geographiſche), die wahren Stellen der Orte auf der Erdkugel und ihre Lagen gegen einander genau zu beſtimmen. Auf dieſe Beſtimmungen gründet ſich alſo die ganze Geographie und die richtige Verzeichnung der Landkarten. Man iſt hiebey mit Beſtimmung der Breiten weiter, als mit den Längen gekommen, weil die Beobachtungen der Polhöhen leichter und ſicherer ſind, als die von der Zeit und den Uhren abhängenden Beſtimmungen der Längen. Schon die Alten hatten mehrere Methoden, die Polhöhe zu meſſen, z. B. durch den Schatten der Mittagsſonne am Tage der Nachtgleiche u. ſ. w. So zeichnet die zu des Ptolemäus Geographie gehörige Karte des Agathodämon die den Alten bekannte Erdfläche gegen Norden bis zum 64ſten und gegen Süden bis zum 20ſten Grade der Breite, wo bey jenem das hyperboreiſche Meer, bey

dieſem Cattigara angegeben wird, welches leztere man nach der Beſchreibung des Ptolemäus für Ponteamas in Indien erklärt. Dieſe alte Karte begreift alſo 84 Grade von Norden gegen Süden; von Abend gegen Morgen hingegen dehnt ſie ſich, wiewohl ſehr unrichtig, auf 180 Grade aus. Sie bildet daher ein Rechteck, deſſen eine Seite über doppelt ſo groß als die andere iſt. Dieſer Umſtand hat wahrſcheinlich die in der Geographie eingeführten Namen Länge und Breite veranlaſſet, da man gewöhnlich eines Rechtecks gröſte und kleinere Seite ſeine Länge und Breite zu nennen pflegt.

Seitdem in neuern Zeiten die aſtronomiſchen Werkzeuge verbeſſert und die Beobachtungen vervielfältiget worden ſind, hat man auch die Breiten mehrerer Orte mit größerer Zuverläßigkeit beſtimmt, und nebſt den Längen in Verzeichniſſe einzutragen angefangen. Das vollſtändigſte Verzeichniß dieſer Art liefert die Berliner Sammlung aſtronomiſcher Tafeln (Berlin 1776. III. B. 8.) im erſten Bande S. 43. u. f. Wie groß aber die noch übrigbleibende Ungewißheit ſey, kan das Beyſpiel Leipzigs lehren, deſſen Breite (S. 54.) aus aſtronomiſchen Beobachtungen zwiſchen 51° 19′ 41″ und 51° 22′ 15″ angegeben wird. Man iſt daher über den wahren Abſtand Leipzigs vom Erdäquator und Nordpole noch um 2′ 34″, d. i. um mehr als eine halbe ſächſiſche Meile, ungewiß. Für andere Orte iſt oft die Ungewißheit noch größer. Ueberhaupt iſt man, was die Beſtimmung der Stellen betrift, mit den Sternen des Himmels weit eher und beſſer bekannt geworden, als mit den Wohnplätzen der Menſchen, weil ſich dieſe nicht ſo, wie jene, alle auf einmal aus einem Standpunkte überſehen laſſen.

Von den Mitteln, die Breite oder Polhöhe eines Orts auf dem feſten Lande und zur See zu finden, ſ. den Art. Polhöhe.

Breitenkreis, Circulus latitudinis, *Cercle de la latitude*. So heißt in der Sternkunde der gröſte Kreis PSLplP (Taf. V. Fig. 75.), welcher durch ein Geſtirn S

und die beyden Pole der Ekliptik P und p geht. Er ſteht auf der Ekliptik EC ſenkrecht, und ſein zwiſchen der Ekliptik und dem Geſtirn S enthaltener Bogen LS heißt die Breite des Geſtirns, ſ. Breite der Geſtirne.

Brennbare Materien, Entzündbare, entzündliche Körper, Corpora inflammabilia ſ. combuſtibilia, *Matières inflammables* ou *combuſtibles*. So heißen überhaupt alle einer Entzündung oder Verbrennung fähige Stoffe aus den drey Naturreichen. Im Thier- und Pflanzenreiche ſind die wirklich entzündlichen Körper die Oele, Harze, Fettigkeiten, brennbaren Geiſter und Aetherarten, und wenn thieriſche Körper und Pflanzen durchs Feuer ohne Zutritt der Luft, d. i. durch die Deſtillation, zerſetzt werden, ſo ſind die einzigen brennbaren Materien, die man daraus erhält, die empyreomatiſchen Oele und Kohlen.

Bey der Abtheilung des Mineralreichs pflegt man die am Feuer leicht entzündlichen Foſſilien, unter dem Namen der brennbaren Materiale oder der Inflammabilien, in eine eigne Hauptclaſſe zuſammenzuordnen. Man zählt vier Arten derſelben: den Schwefel, die Bergöle, Erdharze und Erdpeche. Schwefel heißt zwar überhaupt jede Verbindung des Phlogiſton mit einer Säure; es wird aber hier insbeſondere die Verbindung des Brennbaren mit der Vitriolſäure oder der gemeine gegrabne Schwefel verſtanden, ſ. Schwefel. Die letztern drey Arten ſind durch die in ihnen enthaltenen Oele entzündlich, ſ. Erdharze.

Den Grund der Entzündbarkeit ſuchen die Naturforſcher in einem feinen Weſen, dem ſie den Namen des Phlogiſton oder des Brennbaren geben, wovon die Worte: Feuer, Phlogiſton, Verbrennung, nachzuſehen ſind.

Brennbares, brennbarer Stoff, ſ. Phlogiſton.

Brennbare Luft, ſ. Gas, brennbares.

Brennglas, Vitrum uſtorium ſ. cauſticum, Lens cauſtica, *Verre ardent*. Ein erhabnes Linſenglas, welches

die auffallenden Sonnenſtralen in einen engen Raum vereiniget, wo ſie auf die Körper, wie das heftigſte Feuer, wirken. Gemeiniglich bedient man ſich dazu ſolcher Linſen, welche auf beyden Seiten erhaben ſind, weil dieſe wegen ihrer kürzern Brennweite die Stralen am ſtärkſten concentriren, ſ. **Brennraum**, obgleich das Planconvex und der Meniskus ebenfalls als Brenngläſer wirken, ſ. **Linſengläſer**.

Im Brennraume eines ſolchen Glaſes gerathen entzündbare feſte Körper in Flamme, andere ſchmelzen, werden verkalcht und verglaſet, und dieſe Wirkungen erfolgen deſto heftiger und ſchneller, je größer die Oerfläche des Glaſes und je kleiner zugleich ſein Brennraum iſt. Flüſſige Materien, z. B. Weingeiſt, hat man bisher durch Brenngläſer noch nicht entzünden können; Zunder oder Schwamm zu entbrennen, ſind ſchon die gemeinſten Glaslinſen vermögend; die Verſuche mit größern Brenngläſern aber haben für die Phyſik und Chymie einen weit ausgebreitetern Nutzen.

Wenn die Brenngläſer ihre gehörige Wirkung thun ſollen, ſo müſſen ſie den Sonnenſtralen ſenkrecht entgegengeſtellt werden. Man kan ſich hievon verſichern, wenn das im Brennraume entſtehende Sonnenbild vollkommen kreisrund iſt. Um die Wirkung noch mehr zu verſtärken, ſetzt man zwiſchen das Brennglas und den Brennraum, noch ein zweytes Linſenglas von einer kürzern Brennweite mit dem erſten parallel, wodurch die ſchon convergirenden Sonnenſtralen noch weit mehr zuſammengelenkt und in einen viel engern Raum vereiniget werden. Man nennt dieſe zweyte Linſe das **Collectivglas**; **Tſchirnhauſen** beſchreibt dieſe Einrichtung (Acta erudit. Lipſienſ. 1691. p. 520.).

Aus einer Stelle des **Ariſtophanes** (Nub. Act. II. Sc. 1.) ſchließt de la Hire (Mém. de Paris 1708.), daß der Gebrauch der Brenngläſer ſchon in Athen bekannt geweſen ſey. Strepſiades trägt daſelbſt ein neues Mittel vor, ſich von ſeinen Schulden zu befreyen. Er wolle, ſagt er, den ſchönen durchſichtigen Stein nehmen, mit dem

man Feuer anzünden könne, und damit an der Sonne die Rechnungen ausſchmelzen, die man ihm zur Bezahlung vorlege. Sokrates belehrt ihn, es ſey kein Stein, ſondern Glas. Man ſieht wohl, daß von einer Schrift auf Wachstafeln die Rede ſey, wobey der Gebrauch eines Brennſpiegels höchſt unbequem wäre, da hingegen das Brennglas die Abſicht leicht erfüllt. Der Scholiaſt ſetzt hinzu, es ſey ein rundes dickes Glas gemeint, das beſonders hiezu verfertigt, mit Oel gerieben, heiß gemacht werde, und eine angehaltene Lunte anzünde. So unvollkommen ſeine Begriffe hievon geweſen ſeyn mögen, ſo bezeichnet doch ſein Ausdruck deutlich das **erhabne Glas**, nicht den **hohlen Spiegel**. Das Oel hat man vielleicht zur Glättung gebraucht. Vom Brennen gläſerner und kryſtallener Kugeln redet auch Plinius (Hiſt. natur. L. XXXVI. 26. XXXVII. 2.), und Lactantius (de ira Dei) erwähnt, eine gläſerne mit Waſſer gefüllte Kugel zünde an der Sonne, auch in der gröſten Kälte, Feuer an. Im mittlern Zeitalter müſſen die Brenngläſer bekannter geworden ſeyn, da die optiſchen Schriftſteller dieſer Zeiten alle von ihnen reden, und die Erfindung der Brillen nothwendig auch auf ihren Gebrauch zum Brennen führen muſte. Doch hat man ſich noch bis in das vorige Jahrhundert zu größern Wirkungen vornehmlich der Brennſpiegel bedient, weil ſich ſo große und ſchwere Glasmaſſen, als zu Linſen von beträchtlicher Fläche nöthig ſind, nur mit vielen Schwierigkeiten bearbeiten laſſen.

Der Herr von **Tſchirnhauſen**, dem der Gebrauch der Gläſer mehr zu verſprechen ſchien, arbeitete zu Ende des vorigen Jahrhunderts dieſen Schwierigkeiten mit unbeſchreiblicher Anſtrengung entgegen. Er legte mit vielen Koſten auf ſeinen in der Oberlauſitz gelegenen Gütern eine Mühle zum Schleifen großer Brenngläſer an, und brachte dadurch einige Linſen von beträchtlicher Größe zu Stande, deren Wirkungen er (Act. erud. Lipſ. 1691. p. 517. 1697. p. 414. ſq.) ausführlich beſchrieben hat. Man ſagt, daß ihm überhaupt nur vier von dieſen größern Gläſern beym Schleifen und Poliren ganz geblieben wären. Zwo davon

ſind noch in Paris; das eine von 33 Zoll Durchmeſſer und 7 Schuh Brennweite dem Grafen de la Tour d'Auvergne, das andere von 33 Zoll Durchmeſſer und 12 Schuh Brennweite der Akademie der Wiſſenſchaften zuſtändig. Das letztere iſt 160 Pfund ſchwer *). Dieſe Tſchirnhauſenſchen Brenngläſer ſind noch bis jetzt die gröſten, die man je von maſſivem Glaſe gemacht hat; doch führt Hartſoeker (Recueil de pluſieurs pieces de phyſique p. 137.) an, daß er auch ein Glas von 3 Schuh 5 Zoll Breite und 9 Schuh Brennweite zu Stande gebracht habe.

Die Wirkungen dieſer Gläſer ſind denen des heftigſten Feuers gleich. Holz, ſelbſt hartes, grünes und im Waſſer erweichtes, wird im Augenblicke entzündet; Waſſer in kleinen Gefäßen ſiedet ſogleich; Metalle von verhältnißmäßiger Dicke ſchmelzen ſobald ſie durchaus einen gewiſſen Grad von Hitze erreicht haben. Dachziegel, Schiefer, Bimſtein, Talk ꝛc. glühen augenblicklich und verglaſen ſich, ſo dick ſie auch ſeyn mögen. Fichtenholz wird unter dem Waſſer zu Kohle, doch bleibt die Oberfläche, die das Waſſer berührt, unverändert. Jedes Metall ſchmelzt auf einer ausgehöhlten Kohle, und alle, beſonders Bley und Zinn, verfliegen in Rauch, wenn ſie einige Zeit im Fluſſe erhalten werden. Holzaſche, Kräuter, Papier und Leinwand verglaſen ſich augenblicklich. Am leichteſten verändert das Brennglas ſchwarze Subſtanzen, die im Fluſſe ſchwarz bleiben; ſchwerer die welche im Fluſſe ihre Farbe ändern; am ſchwerſten die, welche im Fluſſe weiß bleiben, wie Kieſel, Kreide, Kalk u. dgl. Auf einer Porcellanplatte verglaſen ſich alle Metalle, und das Gold bekömmt dabey eine ſchöne Purpurfarbe. Der Salpeter verflüch-

*) Noch ein Tſchirnhauſenſches Brennglas von 24 Leipz. Zoll Durchmeſſer und 6 Schuh Brennweite, das aber bey der Politur einen Sprung nahe über den Durchmeſſer hin bekommen hat, befindet ſich auf der Rathsbibliothek zu Görlitz in der Oberlauſitz. Mein Vater hatte es bey der Subhaſtation des Tſchirnhauſenſchen Nachlaſſes im Jahre 1723 um den geringen Preiß von fünf Thalern erſtanden. Da es gut zuſammengeſetzt iſt, ſo hindert der Sprung die Wirkung wenig.

tiget ſich in Dämpfen. Man kan ſehr viel, z. B. vier Unzen Silber, im Brennpunkte ſchmelzen, wenn man anfänglich wenig hineinlegt, und das übrige nach und nach hinzuthut. Leichtflüßige Materien dienen andern zum Schmelzungsmittel. Auch ſtrengflüßige ſchmelzen vermiſcht leichter, als einzeln. Alle Körper, nur die Metalle ausgenommen, verlieren im Feuer ihre Farbe. Manche Körper werden im Fluſſe durchſichtig und beym Erkalten undurchſichtig und milchweiß; andere, die im Fluſſe undurchſichtig waren, werden beym Erkalten durchſichtig. Man kan durch dieſe Gläſer die Stralen des Mondes concentriren; allein ſie verurſachen nur Licht, nicht Wärme, ſo daß man ſelbſt das Auge unbeſchädigt in den Brennraum bringen kan. Dies iſt die erſte Reihe von Verſuchen, welche Tſchirnhauſen ſelbſt mit ſeinen Gläſern angeſtellt hat. Macquer ſpricht mit Bewunderung von denſelben, nennt ihren Urheber einen vortreflichen und Wahrheit liebenden Beobachter, und berichtiget nur den einzigen Umſtand, daß der ächte orientaliſche Rubin ſeine Farbe im Brennraume doch nicht verliere.

Um den Anfang des gegenwärtigen Jahrhunderts ließ der Herzog von Orleans, damaliger Regent von Frankreich, unter andern das große jetzt der Akademie der Wiſſchenſchaften gehörige Brennglas nach Frankreich bringen, und durch ſeinen Leibarzt, den berühmten Homberg, Verſuche damit anſtellen (Mém. de Paris 1792.). Dieſe betreffen vornehmlich das Gold und Silber. Das Gold ſchmelzt nach ihm ſehr leicht. Genau in den Brennpunkt gehalten, fängt es an zu explodiren und kleine Tröpfchen von ſeiner Subſtanz bis acht Zoll weit von ſich zu werfen, wobey die Oberfläche rauh und ſtachlicht (heriſſée), wie die grüne Schale einer Kaſtanie, wird. Hiebey verändert ſich die Subſtanz des Goldes nicht. Man kan die abgeſprungenen Goldkörner mit einem Papier auffaſſen; ſie ſind wahre Goldkügelchen, die ſich wieder in eine einzige Maſſe zuſammenſchmelzen laſſen. Ein wenig vom wahren Brennpunkte entfernt, explodirt das Gold nicht mehr, ſondern wird in leichtes, zerbrechliches und dunkel durchſichtiges

Glas verwandlet. Noch weiter vom Brennpunkte entfernt, raucht es nur, und verliert ſich ſehr langſam. Dieſen Rauch ſcheint Homberg für den mercurialiſchen Grundſtoff des Goldes gehalten zu haben; Macquer hingegen erklärt ihn für eine Menge feiner ſonſt unveränderter Goldtheilchen, weil eine dagegen gehaltene kalte Silberplatte, als ſie nachher polirt ward, durch dieſen Dampf die ſchönſte Vergoldung erhalten hatte. Die Erſcheinungen des Silbers ſind dieſen ähnlich; nur raucht es ſtärker, geht ſchneller in Rauch auf, explodirt bey einer mindern Hitze, und verglaſet ſich auf eine andere Art, als das Gold. Macquer bemerkt, ihm habe das reine Silber den Wirkungen des Brennpunktes ſtets mehr, als das Gold, zu widerſtehen geſchienen: vielleicht liege der Unterſchied an dem Mangel der völligen Reinigkeit des von Homberg gebrauchten Silbers, an der Weiße deſſelben, an der Helligkeit des Himmels, oder auch an der Veränderung, welche das Tſchirnhauſenſche Brennglas ſeit ſeiner Verfertigung an der Politur erlitten habe. Homberg hat noch (Mém. d. P. 1706.) Verſuche über das Eiſen und einige Verſetzungen deſſelben mit andern Metallen gemacht, und (Mém. d. P. 1707.) ſeine Beobachtungeu über die Verglaſung des Goldes gegen Einwürfe vertheidiget.

Geoffroy (Mém. de Paris 1709.) dehnte dieſe Verſuche auf das Eiſen, Kupfer, Zinn, Bley, Queckſilber und die Kalke dieſer Metalle aus. Sie wurden, wie ſich leicht erwarten läſt, auf Unterlagen, die ihnen kein Brennbares mittheilen konnten, zum Theil in Dämpfe zerſtreut, zum Theil verkalcht und verglaſet, auf Kohlen aber im metalliſchen Zuſtande erhalten und die Kalke wieder hergeſtellt. Er ſcheint hiebey zuerſt bemerkt zu haben, daß das für ſich niedergeſchlagene Queckſilber (Mercurius praecipitatus per ſe) ein wahrer Queckſilberkalk ſey, und zieht aus allen dieſen Verſuchen die richtige Folge, daß die unterſuchten Metalle aus Brennbarem (oder nach ihm aus einer öhlichten Subſtanz) und einer verglaſungsfähigen Erde beſtehen.

Im Jahre 1772 erhielten die Herren Cadet, Briſſon, Macquer und Lavoiſier, zum Gebrauch bey einer

Reihe neuer Verſuche beyde in Paris befindliche Gläſer. Sie ſetzten die Verſuche damit bis 1774 fort, da ſie auf Koſten des Staatsraths Trudaine ein neues Brennglas von ungewöhnlich ſtarker Wirkung durch Herrn Bernieres verfertigen ließen, weil die Maſſe des Tſchirnhauſenſchen Glaſes noch allzuviel Blaſen und Streifen hat.

Dieſes Brennglas beſteht aus zwoen nach einer Kugelfläche von 8 Schuh Halbmeſſer gekrümmten Gläſern, welche an einander geſetzt einen linſenförmigen Raum zwiſchen ſich leer laſſen, der 4 Schuh im Durchmeſſer hat, und in der Mitte 6 Zoll 5 Lin. dick iſt. Die Gläſer ſelbſt ſind noch 8 Lin. dick, daß alſo das Ganze im Mittelpunkte eine Dicke von 7 Zoll 9 Lin. erhält. Dieſes Brennglas ſteht auf einem Geſtell, wo es leicht horizontal gewendet, und anders gegen den Horizont geneigt, auch erhöhet werden kan, um ſtets der Bewegung der Sonne zu folgen. Der linſenförmige Raum, der ungefähr 140 pariſer Pinten hält, ward anfänglich mit Weingeiſt, in der Folge aber mit Terpentinöl, welches eine viel ſtärkere brechende Kraft hat, angefüllet.

Wenn dieſe Linſe mit Wachsleinwand bedeckt, und nur in der Mitte ein Kreis von 6 Zoll Durchmeſſer offen gelaſſen ward, ſo bildete ſich 10 Schuh 11 Zoll 5 Lin. weit hinter dem Mittelpunkte ein wohlbegrenzter Brennraum von $14\frac{1}{4}$ Lin. Durchmeſſer. Je mehr man den Durchmeſſer der Oefnung vergrößerte, deſto näher rückte der Brennraum gegen die Linſe hin, und deſto undeutlicher wurden ſeine Grenzen. Wenn hingegen das Mittel bedeckt, und der Rand frey gelaſſen ward, ſo rückte der Brennraum deſto näher an die Linſe hin, je enger der am Rande offen gelaſſene Ring war. War die Linſe, bis auf eiuen 6 — 7 Lin. breiten Ring am Rande ganz bedeckt, ſo fand man den Abſtand des Brennraums 10 Schuh 0 Zoll 6 Linien, daß ſich alſo die am Rande einfallenden Stralen um 10 Zoll 11 Lin. weiter vorwärts gegen das Glas zu vereinigen, als diejenigen, welche der Axe nahe ſind. Die Verſuche lehrten auch, daß jene eine ſtärkere Hitze erregten, als dieſe.

Wenn gar keine Bedeckung gebraucht ward, ſo fand ſich der wirkſamſte Punkt des Brennraums 10 Schuh 10 Zoll 1 Lin weit vom Mittelpunkte der Linſe.

Die Wirkungen dieſer Glaslinſe waren weit ſtärker, als die des Tſchirnhauſenſchen der Akademie gehörigen Brennglaſes. Sie ſchmolz ohne Collectivglas in einer halben Minute kupferne Geldſtücke, die jenes Brennglas in drey Minuten noch nicht in Fluß gebracht hatte. Mit einem Collectivglaſe von 8½ Zoll Durchmeſſer und 1 Schuh 10 Zoll 8 Lin. Brennweite gab ſie einen Brennraum von 8 Lin. Durchmeſſer, in welchem Abgänge von geſchmiedetem Eiſen auf einer Kohle faſt augenblicklich ſchmolzen, aufwalleten, und wie geſchmolzener Salpeter verpuften, ſo daß die Funken, wie bey einem Feuerrade, herumſprühten. Das Eiſen gab dabey einen brennenden Rauch von ſich, der am untern Theile eine wahre Flamme war, und verwandlete ſich zuletzt in eine ſchwarze verglaſete Schlacke. Durch allmähliches Hinzuthun konnte man nach und nach in wenigen Minuten ziemliche Maſſen von Eiſen in Fluß bringen. Platina in Körnern ſchmolz auf einer Kohle in eine einzige Maſſe, ohne jedoch recht flüßig zu werden und einen ſphäriſchen Tropfen zu bilden. Sie ward nachher nicht mehr vom Magnet gezogen. Platina, vom Grafen von Sickingen gereiniget, rauchte heftig, nahm ſtark am Volumen ab, und vereinigte ſich in eine Maſſe, ohne jedoch völlig in Fluß zu kommen.

Schon an dem Orte des Stralenkegels, wo das Collectivglas ſtand, war die Hitze ſo heftig, daß ein darüber gedecktes Bret oft anbrannte, obgleich der Kegel hier noch 8 Zoll breit war. Sonderbar ſchien es, daß dieſes Bret an den Rändern des Stralenkreiſes ſtärker verſengt ward, als in der Mitte. Dies beweiſet nach Briſſon, daß die von den Rändern der Linſe kommenden Stralen mehr Hitze, als die in der Axe einfallenden, erregen. Wenn alſo bey Fernröhren die Stralen an der Axe die brauchbarſten ſind, ſo ſind es bey Brenngläſern die an den Rändern.

Dieſe Hitze verdarb verſchiedene Collectivgläſer. Glaslinſen mit Liquoren gefüllt, zerſprangen bald, wenn

man ſie zu dieſem Gebrauch anwenden wollte. In einer der Akademie gehörigen Glaslinſe erzeugten ſich ſo viele kleine Riſſe, daß ihre Durchſichtigkeit beträchtlich vermindert ward; dieſe Riſſe wurden aber nicht eher, als in der Hitze, merklich, und beym Erkalten bekam die Linſe ihre Durchſichtigkeit wieder.

Die Reihe der mit dieſem Brennglaſe angeſtellten Verſuche erzählt **Briſſon** (Mém. de Paris 1774.) und **Macquer** in den Artikeln ſeines chymiſchen Wörterbuchs, welche die dem Brennraume deſſelben ausgeſetzten Subſtanzen betreffen. Beyde bemerken, daß bey dieſen Verſuchen ſehr viel auf die Reinigkeit der Luft ankomme, und vielleicht in einem Jahre kaum 7 oder 8 Tage denſelben völlig günſtig ſind. **Homberg** hatte ſchon bemerkt, daß die Wirkungen in der Kälte ſtärker, als im Sommer oder in der Wärme, ſind; ein Kohlenfeuer zwiſchen der Linſe und dem Brennraume verminderte auch die Stärke des letztern merklich, vermuthlich durch den aufſteigenden Dampf. Auch hängt ſehr viel von den Unterlagen ab. Ausgehöhlte Kohlen unterhalten wegen ihrer Schwärze, geringen Maſſe, und, weil ſie ſich ſelbſt entzünden, die heftigſte Hitze. Kleine Schmelztigel oder Kapſeln aus Sandſtein, Thon, Porcellan dienen da, wo kein brennbarer Stoff zu dem Körper kommen ſoll. Durchſichtige Subſtanzen, z. B. Bergkryſtall, laſſen die Lichtſtralen durch, und vermindern die Hitze.

Macquer glaubt bey dieſen Verſuchen unverkennbare Wirkungen eines Stoßes der Lichttheile gegen die Körper wahrgenommen zu haben. Er rechnet dahin die beſtändige Kreisbewegung der fließenden Goldkügelchen, wobey ſich fremde auf der Oberfläche der Kügelchen liegende Körper nicht mit bewegten, ſondern ſich ſtets unterwärts hielten, und, wenn man ſie nach der Sonne hin wendete, ſchnell nach ihrem gewöhnlichen Orte zurückgetrieben wurden; ferner die Zurücktreibung der verkalkten und verſchlackten Theile gegen den Rand des Brennraums, und das Zerſtäuben oder gleichſam Zerblaſen feiner Pulver, z. B. des gepülverten Thons und Kohlengeſtiebes. Daß nach

Newton das Licht bey der Brechung, Zurückwerfung und Beugung die Körper nicht wirklich berühre, ſey dagegen kein Einwurf; es könne ja ſeyn, daß überhaupt Vertreibung aus dem Orte und Mittheilung der Bewegung nicht unmittelbare Berührung, ſondern nur gröſte mögliche Annäherung erfordere.

Uebrigens vermag das Brennglas bey gleicher Oberfläche und Krümmung dennoch weniger, als der Brennſpiegel, welcher mehr Licht zurückwirft, als das Glas durchläſt, eine kürzere Brennweite hat, und von der Farbenzerſtreuung gänzlich frey iſt. Dagegen iſt das Brennglas, wegen der Lage ſeines Brennpunkts hinter dem Glaſe, für die Verſuche weit bequemer, und es würden ſich nie ſo weit fortgeſetzte Reihen derſelben, als die erwähnten, mit einem Brennſpiegel anſtellen laſſen.

Macquer chym. Wörterbuch, Art. **Brennglas.**
Briſſon Dict. raiſonné de Phyſ. art. *Verre ardent.*

Brennpunkt, Focus, *Foyer.* In der Phyſik verſteht man unter dieſem Worte den Ort, in welchen die Brennſpiegel und Brenngläſer die auf ſie fallenden Sonnenſtralen vereinigen.

Es iſt zuerſt zu bemerken, daß hiebey nur von ſolchen Stralen die Rede ſeyn könne, welche aus einem Punkte, z. B. dem Mittelpunkte der Sonnenſcheibe, ausgefloſſen ſind. Selbſt die vollkommenſten Brenngläſer, bey welchen gar keine Abweichung ſtatt fände, würden nur ſolche Stralen, die aus einem Punkte ausgegangen wären, wieder in einen Punkt vereinigen; die aus den nebenliegenden Punkten der Sonne ausgegangenen müſſen ſich wieder in nebenliegenden Punkten vereinigen; und ſo entſteht an dem Orte der Vereinigung ein deutliches Bild der Sonne, deſſen Halbmeſſer ſo groß iſt, als die Brennweite in die Tangente des ſcheinbaren Halbmeſſers der Sonne multiplicirt. Setzt man dieſen Halbmeſſer 16 Min. und die Brennweite $= f$, ſo iſt der Halbmeſſer dieſes Bildes $= \frac{1}{215} f$. Wenn alſo von **allen** auffallenden Sonnenſtralen die Rede iſt, ſo werden dieſe, ſelbſt von den voll-

kommenſten Gläſern und Spiegeln, nicht in einem Punkte, ſondern in dem Bilde der Sonne, d. i. in einem engen kreisförmigen Raume, vereiniget, der den 108ten Theil der Brennweite zum Durchmeſſer hat.

Unter den Worten: **Abweichung, dioptriſche** und **katoptriſche**, werden Urſachen angegeben, welche bey den gewöhnlichen sphäriſchen Brenngläſern und Brennſpiegeln dieſen Raum noch weit mehr ausdehnen, und ſelbſt denjenigen Stralen, die aus einerley Punkte der Sonnenfläche kommen, nicht geſtatten, ſich in einem Punkte wieder zu vereinigen. Daher iſt der Ort der Vereinigung nie ein Punkt, und ſollte ſtets Brennraum, nie Brennpunkt, genannt werden. Man kan ihm nur in ſo fern den letztern Namen geben, als er ſich wegen ſeiner geringen Größe ohne Fehler für einen Punkt annehmen läſt. Gewöhnlich nimmt man dafür den Punkt an, wo die zunächſt an der Axe und parallel mit derſelben einfallenden Stralen die Axe und alſo auch ſich ſelbſt durchſchneiden.

Dies ſind wirkliche Brennpunkte (foci phyſici ſ. actuales), in denen parallel einfallende Stralen wirklich vereiniget werden. Hohlgläſer und erhabne Spigel zerſtreuen die Stralen der Sonne ſo, als ob ſie aus einem nahe vor dem Glaſe oder nahe hinter dem Spiegel liegenden Raume oder Punkte ausgegangen wären. Ein ſolcher Punkt heißt ein eingebildeter Brennpunkt oder Zerſtreuungspunkt (focus geometricus ſ. virtualis). Die Stralen kommen in der That nicht in ihm zuſammen, weil ſie ihn nicht erreichen, ſie nehmen aber ihre Wege ſo, als ob ſie in ihm beyſammen geweſen wären, ſ. **Zerſtreuungspunkt**.

In der Geometrie werden den Kegelſchnitten Brennpunkte zugeſchrieben. Sie ſind Punkte ihrer Axen, die ſo liegen, daß Stralen, aus dem einen kommend oder nach ihm gehend, und von der krummen Linie nach dem Geſetze der Reflexion zurückgeworfen, den andern zum Brennpunkte oder zum Zerſtreuungspunkte haben würden. Die Parabel hat nur einen Brennpunkt, weil der zweyte unendlich weit hinaus fällt, d. i. ſie vereinigt durch die Zu-

rückwerfung Stralen, welche parallel mit der Axe auf ſie fallen, genau in einen Punkt. Die Ellipſe hat deren zwo, und bringt Stralen, die aus dem einen kommen, in den andern zuſammen. Die Geometrie hat alſo dieſe Benennungen aus der Optik entlehnt.

Demnach müſſen Hohlſpiegel, welche die mit ihrer Axe parallel einfallenden Stralen genau in einen Punkt vereinigen ſollen, eine paraboliſche Krümmung haben, ſ. Paraboliſche Spiegel. Descartes (Dioptr. c. 8.) und Newton (Princip. L. I. prop. 97. 98.) haben unterſucht, was für Krümmungen brechende Flächen bekommen müſſen, um eine ähnliche Wirkung zu thun. Sie finden, daß es elliptiſche und hyperboliſche Krümmungen ſind. Es gehört aber für Stralen aus Punkten außer der Axe, und für jedes andere Brechungsverhältniß, alſo für jede Art von Farbenſtralen, eine andere Krümmung, und man hat daher die Verſuche, elliptiſche und hyperboliſche Gläſer zu ſchleifen, längſt aufgegeben.

Brennraum, Focus, *Foyer*. Aus mehreren im vorigen Artikel angegebenen Urſachen vereinigen ſphäriſche Brennſpiegel und Brenngläſer die Sonnenſtralen nicht in einen einzigen Punkt, daher der Ort, den man insgemein den Brennpunkt nennt, weit richtiger den Namen des Brennraums führet.

Es iſt dies ein körperlicher Raum, deſſen mit der Sehne des Spiegels oder Glaſes parallele Durchſchnitte Kreiſe ſind, und Bilder der Sonne darſtellen. Die krummen Linien, die ihn begrenzen, betrachtet die höhere Geometrie unter dem Namen der Brennlinien (lineae causticae). Es giebt in dem Brennraume Stellen, in welchen ſich mehr Lichtſtralen, als in den übrigen, durchkreuzen, in denen alſo die Hitze am ſtärkſten iſt. Die Erfahrung zeigt dieſe Stellen bald. Sie liegen beym ſphäriſchen Brennſpiegel da, wo ſich die beyden Zweige ſeiner Brennlinie vereinigen; beym Brennglaſe in der Gegend der Vereinigungspunkte der gelben und grünen Stralen. Briſſon bemerkt, daß in einiger Entfernung vom Brenn-

punkte die Hitze am Rande des Brennraums ſtärker als in der Mitte deſſelben ſey, ſ. den Art. Brennglas.

Ueber die Dichte des Lichts im Brennraume eines Spiegels hat der Marquis von Courtivron (Mém. de Paris 1747.) tiefe mathematiſche Unterſuchungen angeſtellt. Herr Klügel (in Prieſtleys Geſch. der Optik. S. 104.) theilt, dieſe Dichte zu finden, folgende Regel mit: „Man dividire das Quadrat der Chorde des Spiegels mit „dem Quadrate des 54ſten Theils der Brennweite, der „Quotient mit 4 multiplicirt, giebt an, wie vielmal das „Licht im Brennraume dichter iſt, als das einfache Son„nenlicht.“ So würde es in einem Brennſpiegel von 3 Fuß Chorde und 3 Fuß Brennweite, 11664mal dichter ſeyn.

Die Richtigkeit dieſer Regel läſt ſich durch folgende Schlüſſe überſehen. Das einfache Sonnenlicht, welches vorher über die ganze Spiegelfläche verbreitet war, wird jetzt in das kleine Sonnenbild, d. i. in einen Kreis vom Halbmeſſer $\frac{1}{216}$ f (wenn f die Brennweite iſt), zuſammengedrängt, ſ. Brennpunkt. Seine vorige Dichte verhält ſich alſo zu ſeiner jetzigen, wie der Kreis vom Durchmeſſer $\frac{1}{108}$ f, zur Spiegelfläche, welche, in ſo fern ſie das Sonnenlicht auffaßt, als ein Kreis anzuſehen iſt, der die Chorde D zum Durchmeſſer hat. Da ſich nun Kreiſe, wie die Quadrate ihrer Durchmeſſer verhalten, ſo iſt das obige Verhältniß $(\frac{1}{108}f)^2 : D^2 = (\frac{1}{54}f)^2 : 4D^2$, alſo das Licht im Brennraume $\frac{4D^2}{(\frac{1}{54}f)^2}$ mals dichter, als einfaches Sonnenlicht. Eben dieſe Schlüſſe gelten auch für Brenngläſer, wenn man die Abweichungen bey Seite ſetzt, und für D den Durchmeſſer des Glaſes oder ſeiner Oefnung annimmt. Völlig wahr aber ſind ſie nur für paraboliſche Spiegel, bey welchen gar keine Abweichungen vorkommen.

Man kan hieraus leicht überſehen, daß die Wirkung deſto größer iſt, je größer die Flächen der Spiegel und Gläſer und je kleiner die Quadrate ihrer Brennweiten ſind, daß alſo bey gleicher Krümmung und Fläche der Spiegel etwa 4mal ſtärker wirkt, als das auf beyden Seiten er=

habne Brennglas, weil er eine nur halb ſo groſse Brennweite hat.

Brennſpiegel, Speculum uſtorium ſ. cauſticum, *Miroir ardent.* Ein Spiegel, welcher das auf ihn fallende Sonnenlicht in einen engen Raum vereiniget, wo es auf die Körper, wie ein heftiges Feuer, wirkt.

Hohlſpiegel vereinigen die mit ihrer Axe parallel einfallenden Sonnenſtralen in enge Räume. Der paraboliſch gekrümmte Hohlſpiegel vereiniget Stralen, die aus ſehr entlegenen Punkten der Axe kommen, genau in ſeinem Brennpunkte, ſ. Paraboliſche Spiegel; der gewöhnliche ſphäriſche Hohlſpiegel bringt ſie nur nahe um den Punkt der Axe zuſammen, welcher vom Spiegel um den vierten Theil des Durchmeſſers ſeiner Sphäricität entfernt iſt, ſ. Hohlſpiegel. Da die Sonnenſcheibe eine merkliche Gröſse hat, und die Axe des Spiegels nur gegen einen Punkt derſelben gerichtet ſeyn kan, ſo kan nie ein Spiegel alle Sonnenſtralen in einen Punkt zuſammenbringen; ſie werden nur in einem engen Raume vereiniget, ſ. Brennraum.

Es giebt noch mehrere Geſtalten von Spiegeln, die man zum Brennen nützen kan, z. B. die Geſtalt einer Zone der innern Fläche eines hohlen gleichſeitigen Kegels (ſ. Widder de peculiari ſpeculorum cauſticorum genere, in Actis Acad. Theod. Palatinae, Vol. IV. Phyſ. p. 385.). Lambert (Mém. de Berlin 1770. p. 51.) hat mit einem ſolchen Kegel gezündet. Selbſt mehrere Planſpiegel laſſen ſich ſo vereinigen, daſs ſie wie Brennſpiegel wirken.

Wenn ein Brennſpiegel die gehörige Wirkung thun ſoll, ſo muſs ſeine Axe genau gegen den Mittelpunkt der Sonnenſcheibe gekehrt werden; ein Kennzeichen hievon iſt, wenn das im Brennraume mit einer auf der Axe des Spiegels lothrechten Ebne aufgefangene Licht eine völlig kreisrunde Scheibe bildet. Alsdann ſteht der Brennraum in gerader Linie zwiſchen der Sonne und dem Spiegel. Dieſe Lage des Brennraums macht die Verſuche mit dem Brennſpiegel unbequemer, als die mit dem Brennglaſe,

obgleich ſonſt der Spiegel bey gleicher Fläche und Krümmung etwa viermal ſtärker, als das Brennglas, wirkt.

Die zündende Kraft der Hohlſpiegel iſt den Alten unläugbar bekannt geweſen. Es wird derſelben in der dem Euklides zugeſchriebnen Katoptrik (prop. 31.) gedacht, wo aber der Brennpunkt ſehr unrichtig in den Mittelpunkt der Kugelfläche des Spiegels geſetzt wird. Nach Plutarchs Bericht im Numa haben die Veſtalinnen das heilige Feuer mit Scaphiis entzündet. Vielleicht waren dies hohle Stücken gleichſeitiger Kegel.

Die gemeine Sage, daß Archimedes bey der Belagerung von Syrakus die Schiffe des Marcellus durch Brennſpiegel in Brand geſteckt habe, wird durch das Stillſchweigen des Polybius, Livius und Plutarch verdächtig. Galenus (de temperam. III. 2.), der älteſte Schriftſteller, der dieſer Verbrennung gedenkt, ſagt, ſie ſey durch Feuerkugeln oder dergleichen διὰ τῶν πυρίων geſchehen. Erſt Zonaras und Tzetzes, Schriftſteller des zwölften Jahrhunderts, erzählen das Wunder mit den Brennſpiegeln, wobey ſich der letztere auf viele ältere Schriftſteller, z. B. den Diodor aus Sicilien, Dio Caſſius, Hero, Philo ꝛc. beruft, deren hieher gehörige Bücher theils verlohren ſind, theils nichts hievon enthalten. Unmöglich kan auch die Sache durch einen Hohlſpiegel bewirkt worden ſeyn, bey welchem die Brennweite viel zu kurz, und die Stellung des Brennpunkts zwiſchen der Sonne und dem Spiegel zu einer Unternehmung dieſer Art völlig ungeſchickt iſt. Porta glaubte zwar alles dadurch erklären zu können, daß Archimed ſich eines zweyten paraboliſchen Spiegels bedient habe, um die im Brennpunkte des erſten vereinigten Stralen parallel auf eine große Weite fortzuſenden; allein dieſer Gedanke iſt nicht wohl überlegt; nur Stralen aus einem einzigen Punkte der Sonne könnte man durch dieſes Mittel parallel fortſenden, dieſe würden aber für die verlangte Wirkung viel zu ſchwach ſeyn.

Zonaras erwähnt einer ähnlichen Geſchichte vom Jahre 514 n. C. G., da Proklus die Flotte des Vitalianus vor Conſtantinopel durch Brennſpiegel entzündet ha-

ben ſoll. Der P. Kircher (Ars magna lucis et umbrae, Rom. 1646. p. 888. Tab. XXXI.) nahm ſich vor, die Möglichkeit ſolcher Wirkungen durch Verſuche zu prüfen. Er kam auf die Gedanken, daß man den Zweck durch eine Menge Planſpiegel erreichen könne. In der That ſcheint die Stelle des Tzetzes anzuzeigen, daß Archimed mehrere kleine viereckigte Spiegel mit Charnieren (γύγγλιμοις) zu Hülfe genommen haben ſoll, und Vitellio (Opt. L. V. prop. 65.) führt ſchon an, man könne mit 24 Planſpiegeln zünden, wie Anthemius behaupte, deſſen hieher gehöriges Fragment aus den Paradoxis machinationibus Dupuy 1777 herausgegeben hat. Kircher verband 5 Planſpiegel ſo, daß ſie die Stralen auf einen einzigen über 100 Fuß entfernten Ort warfen, und brachte eine große Hitze dadurch hervor. Er glaubte bey ſeiner Gegenwart in Syrakus mit dem P. Schott ſchließen zu dürfen, Archimed habe ſich der römiſchen Flotte bis auf 30 Schritte nähern können, und ſo ſey es möglich geweſen, ſie durch Planſpiegel zu entzünden.

In neuern Zeiten iſt der Graf Büffon auf eben dieſen Gedanken, durch Planſpiegel zu zünden, gefallen (Mém. de Paris 1747. 1748.). Er verband zuerſt 168, 6 Zoll hohe und 8 Zoll breite, Glasſpiegel. Mit 40 ſolchen Spiegeln zündete er in der Entfernung von 66 Fuß ein getheertes büchenes Bret; mit 128 Spiegeln, in der Entfernung von 150 Fuß, ein getheertes tannenes Bret faſt augenblicklich; in 20 Fuß Entfernung ward mit 45 Spiegeln Zinn, und mit 117 Silber geſchmolzen und Eiſen glühend gemacht. In der Folge hat er Holz auf 200 Fuß entzündet, Zinn auf 150, Bley auf 130, Silber auf 60 Fuß geſchmolzen, und überdies die Bequemlichkeit erreicht, daß der Brennraum nicht zwiſchen den Spiegeln und der Sonne ſteht, ſondern auch von oben herab gezündet werden kan.

Dies beweiſet allerdings die Möglichkeit, mit Planſpiegeln das zu bewirken, was dem Archimed zugeſchrieben wird. Gegen die hiſtoriſche Wahrſcheinlichkeit der Sache aber bleiben außer den ſchon erwähnten Einwendungen

noch die Fragen übrig: ob ſich Archimed auf Anſtalten würde verlaſſen haben, die eine Wolke vereiteln konnte, ob die Richtung der Spiegel, zu der Büffon eine halbe Stunde brauchte, den Römern nicht Zeit verſtattet hätte, das Schif von der gefährlichen Stelle wegzuführen (ſ. Käſtner Anfgr. der Katoptrik. §. 46.) u. ſ. w. Montucla glaubt, die Verbrennung ſey durch eingeworfenes Feuer geſchehen, und weil Archimed von Brennſpiegeln geſchrieben haben ſoll, ſo ſey aus beyden Umſtänden ein Mährchen zuſammengeſetzt worden. Uebrigens iſt eine Schrift von Brennſpiegeln unter Archimedes Namen aus dem Arabiſchen herausgekommen, die aber nicht für ächt erkannt wird.

Im vorigen Jahrhunderte haben ſich verſchiedene praktiſche Optiker durch Verfertigung großer ſphäriſcher Brennſpiegel hervorgethan. Maginus, Profeſſor der Mathematik zu Bologna, verfertigte Spiegel, die zum Theil $3\frac{2}{3}$ par. Fuß Brennweite hatten. Septala, Canonikus zu Mayland, brachte einen von $3\frac{1}{2}$ Fuß Breite und 15 Schritt Brennweite zu Stande (Kircher ars magna, p. 383.), und war Willens, einen von 7 Fuß Durchmeſſer zu verfertigen (Philoſ. Trans. no. 6 u. 40.) Alle andere aber übertraf hierinn ein Künſtler zu Lyon, Vilette. Einer ſeiner Spiegel, der nur 30 Zoll Breite und 3 Schuh Brennweite hatte ((Phil. Trans. 1665.), gab einen Brennraum von der Größe eines damaligen halben Louisd'or, ſchmolz in wenig Secunden die ſchwerflüßigſten Metalle, und verglaſete eben ſo bald Schmelztigel und andere Erden und Steine, auf welche das gewöhnliche Feuer nicht wirkt. Dieſer Spiegel ward von Ludwig XIV. gekauft, und befindet ſich noch im königlichen Cabinet zu Paris. Ein anderer von 44 Zoll im Durchmeſſer, welchen der Landgraf von Heſſen kaufte, ſteht in dem Muſeum zu Caſſel. Noch einen andern hat der König von Perſien durch Tavernier bekommen.

Einen weit beſſern Brennſpiegel verfertigte Herr von Tſchirnhauſen um das Jahr 1687 (Acta erudit. Lipſ. 1687. p. 52.). Dieſer befindet ſich gegenwärtig in dem churfürſtlichen mathematiſchen Salon zu Dresden. Er

hat drey Leipziger Ellen im Durchmeſſer und zwo Ellen Brennweite, und iſt nicht, wie die Villettiſchen, aus einer Compoſition von Metallen gegoſſen, ſondern aus einer zween Meſſerrücken dicken Kupferplatte geſchlagen, und alſo in Verhältniß mit ſeiner Größe ſehr leicht und ungemein wohl polirt. Dieſer Spiegel zündete Holz mit einer Flamme, die ein ſtarker Wind nicht auszulöſchen vermochte, kochte und verdünſtete Waſſer in einem irdenen Gefäß, ſchmolz drey Zoll dickes Zinn und Bley in 2 — 3 Minuten, durchlöcherte eiſerne und küpferne Bleche, auch einen ſächſiſchen harten Thaler in 5 — 6 Minuten, verglaſete Scherben, Ziegel, Knochen und Erden u. ſ. w. Mit eben dieſem Spiegel verdichtete Herr von Tſchirnhauſen das Mondenlicht, fand aber dabey keine merkliche Verſtärkung der Wärme.

Alle bisher angeführte Brennſpiegel waren von polirtem Metall. Man kan ſie, da es auf die Materie gar nicht ankömmt, auch von Glas, Holz, Pappe u. dgl. verfertigen. Ein Linſenglas, auf der erhabnen Seite belegt, giebt einen Brennſpiegel *). Gärtner, ein geſchickter Künſtler in Dresden, machte Brennſpiegel von Holz, welche nach Wolf (Nützl. Verſuche, Th. II. S. 408.) an Wirkung den Tſchirnhauſenſchen gleich gekommen ſeyn ſollen. Vermuthlich waren ſie mit einem Kreidengrunde überzogen und vergoldet. **Zahn** (Ocul. Artificialis, p. 634.) erzählt, **Naumann**, ein Ingenieur zu Wien, habe mit einem Brennſpiegel von Pappe mit Stroh belegt (ex duriori charta et ſtramine eidem agglutinato) Metalle geſchmolzen. Eine Anweiſung, Brennſpiegel von Pappe zu verfertigen, giebt **Krünitz** (Oekonomiſche Encyclop. Th. 6. S. 622.) bey dem Worte: **Brennſpiegel**. Noch leichter kan man aus kleinen Stücken von planen Glasſpiegeln, die man in die Höhlung eines hölzernen Kugelſegments ein-

*) Mein Vater erhielt im Jahre 1743 eine im Tſchirnhauſenſchen Nachlaſſe befindlich geweſene Glaslinſe von achtzehn Leipz. Zoll Durchmeſſer. Er ließ ſie belegen, und ſo gab ſie einen ſchönen Brennſpiegel von 30 Leipz. Zoll Brennweite, welcher ſich noch auf der Rathsbibliothek zu Görlitz befindet.

ſetzt, einen Brennſpiegel von ſtarker Wirkung erhalten. Der Graf v. Büffon (Mém. de Paris 1754.) ſchnitt aus Spiegelgläſern kreisrunde Stücken, befeſtigte ſie am Rande, und brachte mit Hülfe einer Schraube einen ſtarken Druck gegen ihren Mittelpunkt an. So gelang es ihm, ihnen eine Krümmung zu geben, bey der ſie, nachher belegt, ſehr gute Brennſpiegel abgaben. Er überreichte dem Könige einen hievon, welcher bey 3 Schuh Durchmeſſer gleiche Wirkung mit den Villettiſchen und Tſchirnhauſenſchen that. Auch Zeiher (Nov. Comm. Petrop. Vol. VII. p. 237.) ſetzte, um wohlfeile Brennſpiegel zu liefern, ein Inſtrument aus mehreren Hohlſpiegeln zuſammen, die er aus ebnen Glasplatten bereitete, welche, heiß gemacht und auf metallne Schüſſeln gelegt, die Geſtalt der Schüſſeln annahmen.

Herr le Febure in Bonn hat vor wenigen Jahren ſphäriſche Brennſpiegel von 5 Schuh Durchmeſſer und $5\frac{1}{2}$ Schuh Brennweite aus der zu Teleſkopſpiegeln gewöhnlichen Compoſition gegoſſen, deren jeder etwa 5 Centner wiegt. Ihr Brennraum hat die Größe einer Piſtolenkugel, und er verſichert, keinen Körper gefunden zu haben, der der Wirkung deſſelben länger als eine Minute widerſtanden hätte.

Von den Bemühungen verſchiedener Künſtler, den Brennſpiegeln eine paraboliſche Geſtalt zu geben, wird man bey dem Worte: **Paraboliſche Spiegel**, mehrere Nachricht finden.

Montucla hiſt. des mathemat. To. I. p. 245. ſq. To. II. p. 610. ſq.

Prieſtley Geſch. der Optik durch Klügel, an mehrern Stellen.

Brennweite, Diſtantia foci ſ. focalis, *Diſtance du foyer*. Der Abſtand des Brennpunkts vom Mittelpunkte eines Brennglaſes oder Brennſpiegels.

Wenn man die Abweichungen wegen der Geſtalt und Farbenzerſtreuung bey Seite ſetzt, ſo iſt der Mittelpunkt des alsdann entſtehenden deutlichen Sonnenbilds, d. i. der Punkt, in welchem die mit der Axe des Glaſes oder Spie-

gels parallel einfallenden Sonnenſtralen vereiniget werden, für den Brennpunkt anzunehmen, und man kan alsdann aus den gegebnen Krümmungen der Gläſer oder Spiegel ihre Brennweiten durch die bloße Theorie beſtimmen.

Für erhabne ſphäriſche Gläſer iſt alsdann die Brennweite f (wenn der Halbmeſſer der einen Fläche = r, der Halbmeſſer der andern = ρ heißt) = $\frac{2r\rho}{r+\rho}$, das iſt, die Brennweite iſt dem doppelten Producte beyder Halbmeſſer, dividirt durch ihre Summe, gleich, ſ. Linſengläſer. Sind hiebey beyde Halbmeſſer gleich, ſo wird f = r, oder die Brennweite einem ſolchen Halbmeſſer gleich. Für ein Planconvex, wo der eine Halbmeſſer ρ unendlich groß wird, erhält man aus der Formel f = 2r, oder die Brennweite dem Durchmeſſer der krummen Fläche gleich. Für den Meniskus, wo der Halbmeſſer der hohlen Fläche ρ negativ und größer als r iſt, giebt die Formel f = $\frac{2r\rho}{\rho-r}$, das iſt, die Brennweite gleich dem doppelten Producte beyder Halbmeſſer, durch ihren Unterſchied dividirt.

Die Regeln für die erhabne Linſe von gleichen Halbmeſſern beyder Flächen und für das Planconvex hat ſchon Kepler (Dioptr. prop. 35. 39.) aus ſeinem nur noch unvollkommen entdeckten Geſetze der Stralenbrechung hergeleitet. Die Brennweite der Linſen von ungleichen Krümmungen konnte er noch nicht beſtimmen; er giebt nur an (prop. 38.), ſie ſey kleiner, als 3r und als 2ρ, wenn r der Vorderfläche, ρ der Hinterfläche zugehöre. Nach Montucla ſoll Cavalleri die genauere Beſtimmung hievon zuerſt gegeben haben.

Durch die Erfahrung beſtimmt man die Brennweite ſphäriſcher Gläſer, indem man ſucht, in welcher Entfernung hinter dem Glaſe ſich deutliche Bilder ſehr entlegner (eigentlich unendlich entfernter) Gegenſtände entwerfen. Man kan dieſe Bilder mit einem Papiere auffangen, welches hinter dem Glaſe ſo gehalten wird, daß es lothrecht

auf des Glaſes Axe ſteht. Sind die Gegenſtände, deren man ſich hiezu bedient, nicht weit entlegen, ſo findet man nicht die Brennweite f, ſondern die Weite des Vereinigungspunkts der vom Gegenſtande kommenden Stralen. Dieſe heiße φ, und die Entfernung des Gegenſtands vom Glaſe ſey = b. Alsdann iſt $\varphi = \frac{bf}{b-f}$, ſ. Linſengläſer, woraus $f = \frac{b\varphi}{b+\varphi}$ folgt, d. iſt: man dividire das Product aus der Entfernung des Gegenſtandes in die gefundene Weite des deutlichen Bildes, durch die Summe beyder Größen, der Quotient giebt die Brennweite des Glaſes. Z. B. 8 Zoll weit hinter einem Linſenglaſe bilde ſich ein 10 Schuh oder 120 Zoll entferntes Fenſter deutlich ab, ſo iſt die Brennweite des Glaſes $= \frac{8 \cdot 120}{128} = 7\frac{1}{2}$ Zoll.

Bey dieſen Formeln iſt die Dicke der Gläſer als unbeträchtlich angenommen. Sie paſſen daher nicht auf die Kugel. Der Kugel Brennweite vom Ende der Kugel, nicht vom Mittelpunkte, aus gerechnet, iſt **dem vierten Theile des Durchmeſſers gleich**, wie man am leichteſten durch Zeichnung findet.

Man pflegt auch den Hohlgläſern eine Brennweite zuzuſchreiben, ob ſie gleich die Stralen nicht ſammlen, ſondern zerſtreuen. Es wird aber hierunter der Abſtand ihres Zerſtreuungspunkts oder eingebildeten Brennpunkts (foci geometrici) von der Mitte des Glaſes verſtanden. Dieſe Brennweite, oder beſſer **Zerſtreuungsweite** der Hohlgläſer läſt ſich, als eine negative Brennweite betrachtet, ebenfalls durch die obigen Formeln finden, wenn r und ρ negativ geſetzt werden. Sind z. B. die Halbmeſſer beyder Flächen ungleich, ſo wird $f = \frac{2r\rho}{-r-\rho}$, d. i. $-f = \frac{2r\rho}{r+\rho}$ ſeyn. Alſo gelten alle angegebne Regeln auch für die Brennweiten der Hohlgläſer, nur daß die Zerſtreuungspunkte vor das Glas, nicht hinter daſſelbe fallen.

Zieht man die Abweichungen wegen der Geſtalt und wegen der Farbenzerſtreuung in Betrachtung, ſo giebt die gefundene Brennweite nur den Vereinigungspunkt derjenigen Sonnenſtralen, welche zunächſt um die Axe einfallen, und ſelbſt nur derjenigen Theile dieſer Stralen, deren Brechungsverhältniß aus Luft in Glas das in den Formeln angenommene 3 zu 2 iſt. Die weiter von der Axe ab gegen den Rand zu einfallenden Stralen erreichen nach der Brechung die Axe in Punkten, welche näher gegen das Glas zu liegen. Auch ſieht man in dem Art. **Brechbarkeit**, daß kein Farbenſtral genau in dem Verhältniſſe 3 zu 2 gebrochen werde. Doch nähert ſich die Brechung des rothen Lichts (77 : 50) dieſem Verhältniſſe (75 : 50) unter allen am meiſten. Daher vereinigen ſich eigentlich alle um die Axe einfallenden Farbenſtralen ſchon vor dem berechneten Brennpunkte, und der Vereinigungspunkt des rothen Lichts liegt demſelben am nächſten. Doch kan die Beſchaffenheit der Luft und des Glaſes hierinn merkliche Aenderungen machen.

Der paraboliſchen Hohlſpiegel Brennweite iſt dem vierten Theile von dem Parameter der paraboliſchen Krümmung des Spiegels gleich, ſ. **Paraboliſche Spiegel**.

Die Brennweite der ſphäriſchen Hohlſpiegel beträgt, wenn man die Abweichung wegen der Geſtalt bey Seite ſetzt, den vierten Theil vom Durchmeſſer der Sphäricität, ſ. **Hohlſpiegel**. Das heißt, Stralen, welche nahe bey der Axe und parallel mit derſelben einfallen, vereinigen ſich in dieſer Weite wiederum mit der Axe. Dieſen Satz hat Porta (De refractione p. 39.) zuerſt angegeben. Die weiter von der Axe gegen den Rand zu einfallenden Stralen treffen andere Stellen der Axe, welche näher gegen den Spiegel zu liegen. Die Reihe der Punkte, in welchen ſich die neben einander einfallenden Stralen, ehe ſie noch zur Axe gelangen, kreuzen, bildet die Brennlinie, eine Curve, welche ihren Scheitel im Brennpunkte hat, und von welcher der Wiederſchein eines Ringes, den die Sonne

oder ein Licht erleuchtet, einigermaßen als eine Abbildung angeſehen werden kan.

Brillen, Perſpicilla, *Lunettes, Beſicles.* Erhaben geſchliffene Gläſer, deren ſich die Weitſichtigen oder Presbyten bedienen, um nahe Gegenſtände deutlich zu ſehen.

Der Fehler weitſichtiger Augen oder die Presbyopie beſteht darinn, daß in Vergleichung mit der allzuſchwachen Brechung durch die Kryſtallinſe die Markhaut nicht entfernt genug liegt, um die Bilder naher Gegenſtände aufzunehmen. Die Punkte naher Gegenſtände nemlich ſenden auf den Augenſtern Stralen, welche ſtark divergiren, deren Vereinigungspunkt alſo weit hinter der Kryſtallinſe liegt, daher ſie die allzunahe Markhaut erreichen, noch ehe ſie ſich vereiniget haben, ſ. Auge. Erhabne Gläſer vermindern dieſe Divergenz der Stralen, daher wird das Vorhalten einer Brille die Vereinigungspunkte der Stralen von nahen Punkten weiter vorwärts und der Markhaut des Presbyten näher bringen, und ihm alſo das deutliche Sehen naher Gegenſtände erleichtern.

Ein erhabnes Glas, deſſen Brennweite $= f$ iſt, bringt Stralen aus einem um die Weite b entlegnen Punkte in der Vereinigungsweite $\frac{bf}{b-f}$ zuſammen, ſ. Linſengläſer. Nun ſey die Weite, auf welche das bloße Auge eines Presbyten deutlich ſieht (diſtantia viſionis diſtinctae), $= d$, ſo bedarf er eines Glaſes, das, von nahen Gegenſtänden um die Weite b abgehalten, ihm die Stralen ſo ins Auge bringe, als ob ſie aus der Weite d kämen, d. i. eines Glaſes, deſſen vorwärts liegende oder negative Vereinigungsweite $= d$ iſt. Für ein ſolches Glas muß demnach $-\frac{bf}{b-f} = d$ ſeyn, woraus $f = \frac{bd}{d-b}$ folgt; oder der Presbyt muß Brillengläſer gebrauchen, deren Brennweite gleich iſt dem Producte der Weite des deutlichen Sehens in die Weite des Gegenſtands

vom Glaſe, dividirt durch den Unterſchied beyder Weiten.

Wünſcht z. B. jemand, der auf 24 Zoll weit deutlich ſieht, etwas in der Entfernung von 8 Zoll deutlich zu ſehen, ſo wird das dazu nöthige Brillenglas $\frac{24.8}{24-8} = 12$ Zoll Brennweite haben müſſen. Für ein Auge, das in die gröſten Entfernungen deutlich ſähe, ließe ſich d unendlich groß ſetzen, und die obige Formel verwandlete ſich in $f = b$. Ein ſolches Auge würde durch jedes erhabne Glas das deutlich ſehen, was in des Glaſes Brennraume liegt.

Dieſem Auge vergrößert das Brillenglas eigentlich die Gegenſtände nicht; es zeigt ſie unter eben dem Winkel, unter welchem ſie dem bloßen Auge in der Entfernnng f oder b erſcheinen würden. Der Unterſchied iſt nur dieſer daß der Presbyt die Sache vom bloßen Auge weiter entfernen müſte, wobey ſie ihm freylich wegen des weitern Wegrückens kleiner erſcheinen würde. Ein Brillenglas von 4 Zoll Brennweite ſcheint die Buchſtaben zu vergrößern; allein nur darum, weil es dieſelben ſo zeigt, wie ſie das bloße Auge in einer Entfernung von 4 Zoll auch ſehen würde. Man betrachtet ſie aber gewöhnlich in 8 Zoll Entfernung, wo ſie etwa nur halb ſo groß ſcheinen, und urtheilt daher, daß die Brille ſie doppelt ſo groß darſtelle. Nimmt man inzwiſchen Vergrößerung für das Verhältniß der durch die Brille erſcheinenden Größe zu der dem bloßen Auge in der Weite des deutlichen Sehens erſcheinenden Größe, ſo kan man ſagen, daß das Brillenglas den Gegenſtand $\frac{d}{b}$ mal, oder, was eben ſo viel iſt, $\frac{f}{f-b}$ mal vergrößert. Die Weite des deutlichen Sehens iſt bey den Presbyten gewöhnlich 1, 2, 3 Schuh und wenig drüber. Für Gegenſtände alſo, die man in der Weite von 8 Zoll betrachten will, werden Brillengläſer von 24, 12, $10\frac{2}{7}$ Zoll Brennweite erfordert, deren Vergrößerung, in dem angegebnen Sinne des Worts, $1\frac{1}{2}$, 3, $4\frac{1}{2}$fach iſt.

Die Entfernung des Brillenglaſes vom Auge ändert hierinn nichts; nur überſieht man deſto mehr vom Gegenſtande, je näher das Glas dem Auge ſteht.

Conſervations- oder Präſervationsbrillen werden diejenigen genannt, die eine ſehr große Brennweite, z. B. 30 — 50 Zoll haben. Man macht ſie insgemein von grünem Glas, und wenn ſie alsdann zur Erhaltung des Geſichts dienlich ſind, ſo geſchieht dies durch die grüne Farbe, die den allzuſtarken Eindruck des Lichts verhindert.

Die Brillen tragen ſo viel zur Erleichterung der Beſchwerden des Alters bey, daß man ſie mit Recht zu den nützlichſten und wohlthätigſten Erfindungen der Menſchen zählt. Die Griechen und Römer kannten ſie nicht; Seneka (Quaeſt. nat. L. I. cap. 6.) führt zwar an, daß eine mit Waſſer angefüllte Glaskugel die Buchſtaben vergrößere; er ſetzt aber die Urſache hinzu: quia acies noſtra in humido labitur, nec apprehendere, quod vult, fideliter poteſt — ein Ausdruck, der die damalige Unwiſſenheit über die Theorie der Brechung und die wenige Bekanntſchaft mit der Sache ſelbſt deutlich genug an den Tag legt. Man findet auch nirgends, daß dergleichen Kugeln zu Erleichterung des Sehens gebraucht worden wären.

Erſt im zwölften Jahrhundert nach C. G. findet man in der Optik des Arabers Alhazen (L. VII. theor. 118.) eine deutlichere Meldung davon, daß eine Sache an die Ebne des größern Segments einer Glaskugel gehalten, vergrößert erſcheine. Roger Bacon, der um das Ende des dreyzehnten Jahrhunderts lebte, redet in ſeinem Opus majus ziemlich weitläuftig davon, daß der kleinere Abſchnitt einer Kugel von Glas (d. i. eine planconvexe Linſe) auf Buchſtaben gelegt, dieſelben deutlicher und größer mache; allein ſeine Erklärungen davon beruhen auf ſcholaſtiſchen Diſtinctionen und ſchwankenden Vorſtellungen. Man findet die ganze Stelle im Smith (Lehrbegr. d. Opt. durch Käſtner, S. 378.), wo zugleich aus Bacons Fehlſchlüſſen ſehr wahrſcheinlich gemacht wird, daß er nicht nach Verſuchen geſchrieben habe.

Dieſe Stellen des Alhazen und Bacon haben vielleicht zur Erfindung der Brillen Anlaß geben können, wozu von Bacons kleinem Kugelſegment nur noch der leichte Schritt übrig war, das Glas nicht auf den Gegenſtand aufzulegen, ſondern ein wenig von demſelben zu entfernen und näher an das Auge zu halten. Dieſe Erfindung iſt mit dem Anfange des vierzehnten Jahrhunderts, oder doch nicht lange vorher, bekannt geworden. Smith (a. a. O. S. 377.) führt darüber einige unwiderſprechliche Zeugniſſe an, durch welche die Zeit der Entdeckung der Brillen (occhiali) zwiſchen 1280 und 1311 feſtgeſetzt wird. In der Kirche Maria maggiore zu Florenz (ſ. **Volkmanns** Nachrichten von Italien, B. I. S. 542.) befand ſich ſonſt eine Grabſchrift eines florentiniſchen Edelmanns, Salvino degli Armati, welcher 1317 geſtorben war, worinn derſelbe Inventore degli occhiali genannt wird. Und Redi führt beym Spon (Recherches curieuſes d'antiquité, diſſ. 10.) aus einer Chronik in der Bibliothek der Predigermönche von St. Catharina zu Piſa folgende Stelle an: Frater *Alexander de Sina* ocularia ab aliquo *primo* facta, et communicare nolente ipſe fecit et communicavit corde hilari et volente. Dieſer gute Mönch aus Piſa ſtarb daſelbſt 1313. Auch gedenkt das Wörterbuch der Akademie della Cruſca beym Worte: Occhiale, daß der Bruder Jordan de Rivalto in Piſa, in einer 1305 veranſtalteten Sammlung von Predigten anführe, es ſey noch nicht zwanzig Jahr, daß man die vortrefliche Erfindung der Brillen gemacht habe. Alle dieſe Zeugniſſe und noch mehrere ſtimmen in Abſicht auf Zeit und Ort ſo wohl überein, daß man kaum daran zweifeln kan, dieſe nützliche Erfindung ſey um das Ende des dreyzehnten Jahrhunderts aus Italien gekommen.

Smith vollſt. Lehrbegrif der Optik durch Käſtner, S. 376 u. f.

Brunnen, Fontes, *Fontaines.* Anhäufungen des Waſſers in der Erde. Sie entſtehen entweder von Natur ſo, daß das aus ihnen hervorquellende oder ablaufende Waſſer den Bächen und Flüſſen ihren Urſprung giebt,

wovon bey dem Worte: Quellen, umſtändlicher gehandlet wird, oder ſie werden durch die Kunſt veranlaſſet. Wenn man nemlich an einem Orte in der Erde eine Grube macht, ſo ſammlet ſich das Waſſer aus den benachbarten Stellen darinn an, und die nahen Quellen ziehen ſich dahin. Dieſe heißen gegrabene Brunnen. Man kan ſie überall anlegen, nur erfordern ſie in hohen trocknen Gegenden eine größere Tiefe. Bisweilen findet man ſchon in einer Tiefe von 5 — 6 Fuß Waſſer, an andern Orten muß man wohl 200 — 300 Fuß darnach graben.

Oft werden auch die künſtlichen Veranſtaltungen, durch welche man das Waſſer in die Höhe zu ſpringen nöthiget, Brunnen genannt, z.B. der Heronsbrunnen, Zauberbrunnen. Hievon ſ. den Artikel: Springbrunnen.

Erxleben Anfangsgr. der Naturl. §. 693.

C.

Calcination, Calciniren, ſ. Verkalkung.

Calender, ſ. Kalender.

Camera obſcura, ſ. Zimmer, verfinſtertes.

Cardinalpunkte, Hauptgegenden der Welt, Puncta cardinalia, cardines mundi, *Points cardinaux.* So heißen die vier Punkte des Horizonts, in deren zweenen er vom Mittagskreiſe, in den zween übrigen vom Aequator durchſchnitten wird. Die beyden erſten führen die Namen des Mitternachts- und Mittagspunkts, die letztern des Morgen- und Abendpunkts, ſ. den Art. Weltgegenden.

Carteſianiſche Männchen oder **Täucher, Carteſianiſche Teufel,** Diaboli Carteſiani, *Diables Carteſiens* ou *Plongeurs de Descartes.* Dies ſind kleine gläſerne Puppen, inwendig hohl, und mit einer zarten Oefnung verſehen. Man kan auch maſſive gläſerne oder metallne Puppen an eine hohle Glaskugel, die eine kleine Oefnung hat, befeſtigen. Die Höhlung muß ſo groß ſeyn,

daß das Ganze etwas weniges leichter, als ein gleich großes Volumen Waſſer, wird, und alſo auf dem Waſſer ſchwimmet. Man verſchließt dieſe Puppen in eine ganz mit Waſſer gefüllte Flaſche oder Röhre mit einem engen Halſe, der mit einer Blaſe feſt zugebunden wird, wie Taf. V. Fig. 76. Drückt man nun mit dem Finger auf die Blaſe, ſo wird dieſer Druck das Waſſer im Gefäß, welches nirgend ausweichen kan, durch die kleine Oefnung in die Höhlung der Puppe hineintreiben, und die in derſelben befindliche Luft zuſammendrücken. Dadurch wird die ganze Puppe ſchwerer, als vorher, ohne doch ihr Volumen zu ändern; d. i. ſie wird ſpecifiſch ſchwerer, und ſinkt nun im Waſſer zu Boden. Hört man auf zu drücken, ſo dehnt ſich die in der Puppe oder Kugel befindliche Luft wieder aus, treibt das überflüßige Waſſer heraus, und die in ihren vorigen Zuſtand zurückkehrende Puppe wird wiederum ſpecifiſch leichter, als das Waſſer, und ſteigt daher wieder in die Höhe. Die Puppen ſcheinen alſo dem Befehle desjenigen zu gehorchen, der die Flaſche in der Hand hält, den Daumen auf die Blaſe ſetzt, und das Drücken und Nachlaſſen geſchickt zu verbergen weiß. Man ſieht leicht, daß dieſer Verſuch unter den Händen eines Charlatans die Verwunderung der Unwiſſenden erregen könne.

Carteſianiſche Wirbel, ſ. Wirbel.

Caſſegrainſches Teleſkop, ſ. Spiegelteleſkop.

Caſtor und Pollux, ſ. Wetterlicht.

Catakuſtik, ſ. Katakuſtik.

Catadioptriſche Werkzeuge, ſ. Spiegelmikroſkop, Spiegelteleſkop.

Cataphonik, ſ. Kataphonik.

Cataracte, ſ. Kataracte.

Cauſticität, ſ. Kauſticität.

Cementation, Cementatio, *Cémentation*. So nennt man in der Chymie das Glühen der Körper in verſchloßnen Gefäßen, wenn ſie dabey mit einem Pulver oder Teige, dem Cementpulver oder Cemente, umringt

werden, welches in ihnen eine zweckmäßige Veränderung hervorbringt.

Dieſe Cementation bewirkt ſehr große und ſonſt ſchwer zu erhaltende Veränderungen und Verbindungen der Körper, weil die wirkſamen Theile des Cements hiebey auf dem trocknen Wege in Dämpfe verwandlet, und durch die Hitze und das Einſchließen noch wirkſamer gemacht werden. Die Einſchließung geſchieht in Schmelztiegeln, Retorten oder eignen Cementirbüchſen.

Man kan zu Erreichung verſchiedener Abſichten allerhand Arten von Cementpulvern machen. Die vornehmſten ſind das Goldcementpulver zur Scheidung des Silbers vom Golde durch die Cementation oder concentrirte Scheidung; das zu Verwandlung des Eiſens in Stahl, und das zu Verwandlung des Kupfers in Meſſing.

Macquer chym. Wörterbuch, Art. Cementation.

Cementwaſſer, Aquae cementatoriae, *Eaux cémentatoires*. Kupferhaltige Waſſer, die ſich gemeininiglich in den Kupferbergwerken, z. B. in Ungarn bey Neuſol und Schmolnitz, in der Nachbarſchaft der Kupferkieſe finden. Das Kupfer iſt darinn vermittelſt der Vitriolſäure aufgelöſet.

Dieſe Waſſer haben eine Eigenſchaft, welche von Unwiſſenden für einen Beweis der Verwandlung oder Veredelung der Metalle gehalten werden könnte. Wenn man nemlich ein Stück Eiſen in dieſelben legt, ſo verwandlet ſich daſſelbe nach einiger Zeit in ein Stück Kupfer von derſelben Geſtalt und Größe. Es iſt aber dieſes Phänomen nichts anders, als ein Niederſchlag des Kupfers. Die Vitriolſäure, welche vom Eiſen ſtärker angezogen wird, verläßt das in ihr aufgelöſete Kupfer und greift dagegen das Eiſen an; auf dieſe Art kömmt an die Stelle jedes aufgelöſten Eiſentheilchens ein niedergeſchlagnes Kupfertheilchen, und das eingelegte Eiſen wird, wenn es einige Dicke hat, nur auf der Oberfläche mit Kupfer überzogen. Man leitet dieſes Waſſer in Graben oder Canäle, worein altes Eiſen geworfen wird, und erhält daraus das soge-

nannte Cementkupfer (Cuprum praecipitatum). Das Schmolnitzer Cementwaſſer führt ſo viel Kupfervitriol, daß die Operation daſelbſt gewöhnlich aller drey Wochen vollendet iſt. Aus dem Neuſoler Cementwaſſer erhielt man im Jahre 1707 acht und achtzig Centner Kupfer; nach einer ſeitdem entſtandnen Ueberſchwemmung erhält man zwar mehr, aber geringhaltigeres Waſſer, ſo daß das jährliche Cementkupfer kaum an 20 Centner reicht (Philoſ. Trans. n. 450.). Man findet dergleichen Cementwaſſer auch auf dem Rammelsberge bey Goslar, auf dem Zwitterſtockwerke zum Altenberg im ſächſiſchen Erzgebirge, zu Falun in Schweden, in Norwegen, England, Irland und andern Orten mehr. Das Cementkupfer ſchlägt ſich auch auf Erde, Stein und Holz nieder, ja es erzeugt ſich bisweilen ohne Unterlage, und iſt dann zum Theil figurirt, doch ohne beſtändige und ordentliche Geſtalt.

Henkel, der dieſe Phänomene kannte und richtig erklärte, leitet in ſeiner Kieshiſtorie die Entſtehung der Cementwaſſer aus der Auflöſung der Kupferkieſe in dem unterirdiſchen Waſſer her. Man bereitet auch künſtliche Cementwaſſer, und braucht ſie mit Vortheil zur Gewinnung des Kupfers aus Erzen, die zu arm ſind, um auf dem gewöhnlichen Wege mit Vortheil behandlet zu werden.

Centralbewegung, Motus centralis, *Mouvement central.* Wenn ein bewegter Körper während ſeiner Bewegung durch irgend eine Kraft immer nach einem gewiſſen unveränderlichen Punkte hingetrieben wird, der außerhalb der Richtung ſeiner Bewegung liegt, ſo muß er dem gemäß, was bey den Worten: Bewegung, krummlinigte, ungleichförmig-beſchleunigte, zuſammengeſetzte, erinnert worden iſt, einen krummlinigten Weg nehmen. So nimmt ein im Kreiſe geſchleuderter Stein ſeinen kreisförmigen Weg dadurch, daß ihn die Kraft der Hand in allen Stellen ſeines Weges gegen den Mittelpunkt ziehet; der Mond beſchreibt ſeine Bahn um die Erde dadurch, daß er durch die Gravitation gegen die Erde, welche nie mit der Richtung ſeiner Bewegung eine gerade Linie macht,

überall von ſeinem vorigen Wege abgelenkt und etwas mehr nach der Erde zu getrieben wird. Ohne die Kraft der Hand würde der geſchleuderte Stein nach der Tangente des Kreiſes, und ohne die Gravitation der Mond nach der Tangente ſeiner Bahn, vermöge der Trägheit, geradlinigt davonfliehen. In ſolchen Fällen nun heißt der Punkt, nach welchem der Körper ſtets gezogen oder getrieben wird, der **Mittelpunkt der Kräfte** (centrum virium), die Kraft, welche ihn dahin treibt, die **Centripetalkraft**, diejenige, mit welcher er ſich in einer auf die Bahn ſenkrechten Richtung vom Mittelpunkte der Krümmung zu entfernen ſucht, die **Centrifugalkraft** oder **Schwungkraft**, ſ. **Centralkräfte**; die Bewegung ſelbſt eine **Centralbewegung**.

Ein Körper befinde ſich in A (Taf. V. Fig. 77.), und ſey im nächſtvorhergehenden Zeittheilchen durch ZA gegangen. Seiner Trägheit halber würde er dieſe Bewegung behalten und im nächſten gleichen Zeittheile geradlinigt durch Ab = ZA fortgehen, wenn ihn nicht eine nach dem Mittelpunkte der Kräfte C gerichtete Kraft von dieſer Bewegung abzöge. Geſetzt, dieſe Kraft nach AC ſey ſo ſtark, daß ſie allein ihn in eben dem Zeittheile durch Ac führen würde, ſo geht der Körper vermöge des Grundſatzes der zuſammengeſetzten Bewegung (ſ. **Bewegung, zuſammengeſetzte**) durch AB, die Diagonale des Parallelogramms AbBc. Im zweyten folgenden Zeittheile würde er der Trägheit halber durch Bd = AB fortgehen, wenn ihn nicht die Kraft nach C aufs neue ablenkte. Sie ſey hier ſo ſtark, daß ſie ihn in eben dem Zeittheile durch Be zu führen vermöge, ſo wird er durch BD, die Diagonale des Parallelogramms BdDe, gehen. So wird ſein wahrer Weg, durch ZABD ausgedrückt, unſerer Figur nach, wo wir die Ablenkungen blos in den Punkten A, B, betrachtet haben, ein Theil des Umfangs von einem Vielecke; in der That aber, wenn die Kraft nach C **ſtetig**, d. i. ununterbrochen wirkt, alſo nicht blos in A und B, ſondern in allen Punkten des Weges ablenkt, eine **gegen C hohle krumme Linie** ſeyn. Alle aus der Figur gezognen Schlüſſe aber werden ſich richtig auf die krummlinigte Be-

wegung anwenden laſſen, wenn die Räume ZA, AB, BD, ſo wie die Zeittheile, in denen ſie beſchrieben ſind, **unendlich klein** angenommen werden.

Die Dreyecke ZCA und ACb ſind einander gleich (ſie haben nemlich gleiche Grundlinien ZA = Ab, und beyde das Perpendikel von C auf Zb zur Höhe); eben ſo auch die Dreyecke ACb und ACB (welche die gemeinſchaftliche Grundlinie AC haben, und zwiſchen den Parallellinien AC und bB liegen); folglich ſind auch die Dreyecke ZCA und ACB gleich. Eben ſo läſt ſich erweiſen, daß ACB = BCD (beydes nemlich = BCD) ſey. Nennt man die Linie aus dem Mittelpunkte der Kräfte in den bewegten Körper, wie CZ, CA, CB, CD den **Radius vector**, ſo folgt aus dem vorigen, daß bey jeder Centralbewegung dieſer Radius vector in gleichen unendlich kleinen Zeittheilchen gleiche Flächenräume durchläuft. Er durchläuft alſo überhaupt **in gleichen Zeiten gleiche Flächenräume**, weil man ſich alle gleiche Zeiten als gleiche Mengen von gleichen unendlich kleinen Zeittheilen gedenken kan. In der doppelten Zeit durchläuft er doppelt, in der dreyfachen Zeit dreymal ſo viel Flächenraum, oder: **die vom Radius vector durchlaufenen Flächenräume verhalten ſich, wie die Zeiten, in denen ſie durchlaufen worden ſind**, welches allgemeine Geſetz aller Centralbewegungen **Newton** (Princip. L. I. Prop. 1.) auf eben dieſe Art erwieſen hat, nachdem **Kepler** (Aſtron. nova, Prag. 1609. fol.) lange vorher aus Tychons aſtronomiſchen Beobachtungen gefunden hatte, daß die Planeten in ihrem Laufe um die Sonne daſſelbe befolgten, ſ. **Kepleriſche Regeln**.

Wenn daher der Körper A (Taf. V. Fig. 78.) deſſen Lauf bey A auf die Richtung der Centralkraft nach C ſenkrecht war, im erſten Zeittheile dt, mit der Geſchwindigkeit c den Raum $Aa = cdt$ zurückgelegt hat, und man $AC = a$ nennt, ſo wird der Flächenraum $ACa = \frac{1}{2}acdt$ ſeyn. Kömmt der Körper nach M, und legt daſelbſt im Zeittheilchen dt mit der Geſchwindigkeit v den Raum $Mm = vdt$ zurück, ſo wird (wenn man das Perpendikel CT, welches aus dem Mittelpunkt der Kräfte auf die Richtung bey M,

oder auf die Tangente der krummen Linie an M, welche MmT iſt, gefället werden kan, = p nennt) der Flächenraum CMm = $\frac{1}{2}$pvdt ſeyn. Weil aber nach dem oben erwieſenen Satze beyde gleich ſeyn müſſen, ſo hat man

$$\tfrac{1}{2}acdt = \tfrac{1}{2}pvdt, \text{ d. i. } ac = pv.$$

oder c : v = p : a, d. i. **Geſchwindigkeiten** an verſchiedenen Stellen des **Weges verhalten ſich** umgekehrt, **wie die Perpendikel** aus dem Mittelpunkte der Kräfte **auf die Tangenten** der krummen Linie an dieſen Stellen. Auch iſt

$$v = \frac{ac}{p}$$

oder: die Geſchwindigkeit in M iſt die dritte Proportionallinie zu CT, AC und der Geſchwindigkeit in A, wo der Weg mit dem Radius vector rechte Winkel macht.

Allgemeine Gleichung zur Beſtimmung der Linien, die durch Centralbewegungen beſchrieben werden.

Die nach C, dem Mittelpunkte der Kräfte, gerichtete Centralkraft, ſie ſey veränderlich oder nicht, heiße = f (wobey die Schwere der Erdkörper, welche in 1 Sek. Zeit durch den Raum g fallen, = 1 geſetzt wird), ſo iſt die Geſchwindigkeit, welche ſie in der Zeit dt erzeugt, = 2gfdt, ſ. **Kraft, beſchleunigende**, und der Raum, durch welchen ſie allein einen Körper in dieſer Zeit dt treiben würde, d. i. das Ac (Taf. V. Fig. 77.) = $2gfdt^2$. Hingegen Ab, um was der Körper vermöge der Trägheit mit ſeiner ſchon vorher erhaltenen Geſchwindigkeit v in eben der Zeit fortzugehen ſtrebt, iſt = vdt. Ac verſchwindet gegen Ab als ein Unendlichkleines der zweyten Ordnung gegen eines der erſten.

Man vergleiche hiemit den Artikel: **Bewegung, zuſammengeſetzte**, und die zu demſelben gehörige Figur 60. Taf. IV., wo eben das AC, AB heißt, was hier Ac, Ab genannt iſt. Die dortige Formel I.) giebt

$$\text{ſin. o} = \frac{AC.DF}{AB^2} = \frac{2gfdt^2}{v^2dt^2}.DF = \frac{2gf}{v^2}.DF.$$

Dieſes DF iſt der Raum, um welchen der durch zuſammengeſetzte Bewegung getriebene Punkt oder Körper ſeitwärts verſchoben, oder nach einer Richtung fortgebracht wird, welche auf die nach dem Mittelpunkte der Kräfte gehende Linie AC (auf den Radius vector) ſenkrecht iſt. Es iſt das Mr (Taf. V. Fig. 78.), um welches der durch Mm gegangene Körper vom Radius vector CM, rechtwinklicht zur Seite gerechnet, abgekommen iſt. Nach bekannten Grundſätzen der höhern Geometrie iſt dieſes Mr, wegen der Aehnlichkeit der Dreyecke CMT und Mmr, $= \frac{CT.Mm}{CM}$, oder wenn der Radius vector CM = y, und Mm als das Element des durchlaufenen Raumes = ds genannt wird, $Mr = \frac{pds}{y}$; daher denn ſin. o, oder, was bey einem unendlich kleinen Winkel eben ſo viel iſt, der Winkel o, d. i die Größe der Ablenkung vom vorigen Wege, von der Tangente MT an der Stelle M, oder

$$\text{Krümmung des Weges bey M} = \frac{2gf}{v^2}.\frac{pds}{y}.$$

Es lehrt aber ferner die höhere Geometrie, daß der Halbmeſſer der Krümmung gefunden werde, wenn man das Element der krummen Linie, oder ds, durch die Krümmung ſelbſt dividiret; ingleichen, daß eben dieſer Halbmeſſer der Krümmung, wenn Ordinaten, die aus einem Punkte gehen, wie hier die CM oder y, mit Perpendikeln aus dieſem Punkte auf die Tangenten, wie hier die CT oder p, verglichen werden, dem Ausdrucke $\frac{ydy}{dp}$ gleich ſey. Aus dieſen Sätzen erhält man vermittelſt des vorigen den Halbmeſſer der Krümmung bey M, oder

$$\frac{ydy}{dp} = \frac{v^2y}{2gfp},$$

woraus, wenn ſtatt v ſein ſchon oben gefundener Werth $\frac{ac}{p}$ geſetzt wird, folgt

$$\odot.)\ f\,dy = \frac{a^2 c^2 dp}{2gp^3}.$$

eine Differentialgleichung, deren Erfindung ſich Keil (De legibus virium centripetarum in Introd. in phyſ. et aſtron. ver. Lugd. Bat. 1725. 4.) zueignet, ob ſie gleich bey ihm in andern Ausdrücken abgefaſſet iſt. Aus ihr kan in jedem Falle, wo die Kraft f nach einem gegebnen Geſetze von der Entfernung y abhängt, durch Subſtitution des gehörigen Ausdrucks für f, und Integrirung, die Gleichung zwiſchen y und p gefunden, und die Beſchaffenheit der Curve beſtimmt werden.

Centralbewegung, wenn ſich die beſchleunigende Kraft nach C verkehrt, wie das Quadrat der Entfernung, verhält.

I. Wenn ſich die beſchleunigende Kraft f umgekehrt, wie y^2 verhält, und bey A, wo CA = a ſo groß iſt, daß ſie den Körper in der erſten Secunde durch den Raum e treiben würde, ſo wird ſie bey M ſo groß ſeyn, daß ſie ihn in der erſten Secunde durch den Raum $\frac{a^2 e}{y^2}$ treibt. Diejenige Kraft, welche ihn in eben der Zeit durch den Raum g treibt, oder die Schwere der Erdkörper iſt = 1, alſo die, welche ihn durch $\frac{a^2 e}{y^2}$ treibt, oder $f = \frac{a^2 e}{gy^2}$.

Dies in der Gleichung $\odot$ für f geſetzt, giebt

$$\frac{e\,dy}{y^2} = \frac{c^2\,dp}{2p^3}$$

und ſo integrirt, daß für y = a, auch p = a wird, wie es ſich bey A (Taf. V. Fig. 78.) findet, wo CA = a, Radius vector und Perpendikel auf die Tangente zugleich iſt,

$$\frac{e}{y} = \frac{e}{a} - \frac{c^2}{4a^2} + \frac{c^2}{4p^2}$$

woraus man, wenn alles gehörig geordnet wird,

$$p^2 y - \frac{4a^2 e}{4ae - c^2} p^2 + \frac{a^2 c^2}{4ae - c^2} y = 0$$

erhält. Nun iſt der höhern Geometrie zufolge

$$p^2 y - Ap^2 + \tfrac{1}{4} ABy = 0$$

die allgemeine Gleichung der Kegelſchnitte von der Axe A, und dem Parameter B, wenn die y Ordinaten aus dem Brennpunkte genommen, und die p Perpendikel aus dem Brennpunkte auf die Tangenten bedeuten. Man ſieht hieraus, daß bey der Vorausſetzung des Newtoniſchen Geſetzes der Attraction durch die Centralbewegungen jederzeit ein Kegelſchnitt beſchrieben wird, deſſen Brennpunkt im Mittelpunkt der Kräfte liegt, deſſen große Axe $A = \frac{4a^2 e}{4ae - c^2}$, und deſſen Parameter $B = \frac{a^2 c^2}{4ae - c^2} : \frac{1}{4} A = \frac{c^2}{e}$ iſt.

Dieſer Kegelſchnitt wird,

wenn $4ae > c^2$, oder die Axe poſitiv, eine Ellipſe,
wenn $2ae = c^2$, oder die Axe dem Parameter gleich, ein Kreis,
wenn $4ae = c^2$, oder die Axe unendlich, eine Parabel,
wenn $4ae < c^2$, oder die Axe negativ, eine Hyperbel ſeyn.

Man findet z. B. aus der Entfernung und Umlaufszeit des Mondes um die Erde, daß er nach ſeiner mittlern Geſchwindigkeit in der Erdferne A, in 1 Secunde Zeit 3132 pariſer Schuhe durchlaufe. Da er 60 mal weiter vom Mittelpunkte der Erde abſteht, als die Erdkörper auf der Oberfläche, ſo wird ſeine Gravitation $= \frac{1}{3600}$ ſeyn, und ihn in einer Secunde nur $\frac{15}{3600} = \frac{1}{240}$ pariſer Schuh gegen die Erde treiben. Alſo iſt, den Erdhalbmeſſer = 19620000 par. Schuh angenommen,

$$\left.\begin{array}{l} a = 60.\ 19620000 \\ c = 3132 \\ e = \frac{1}{240} \end{array}\right\}\text{par. Schuhe}$$

mithin $4ae = 240 \cdot \frac{1}{240} \cdot 19620000 = 19620000$ Quadratſchuh.

$c^2 = 3132^2 = 9809424$ Quadratſch.

Weil hier $4ae > c^2$, ſo muß die Bahn eine Ellipſe ſeyn; weil aber $2ae$ oder 9810000 beynahe $= c^2$, ſo kan ſie nicht viel vom Kreiſe abweichen, oder nicht ſehr eccentriſch ausfallen. Wenn alſo der Mond nach der Erde im umgekehrten Verhältniſſe des Quadrats der Entfernung gravitirt, und in der Erdferne eine Geſchwindigkeit von 3132 par. Schuh auf 1 Secunde hat, ſo muß er in einer nicht ſehr eccentriſchen Ellipſe laufen, in deren einem Brennpunkte die Erde ſteht. In einer ſolchen läuft er wirklich, auch hat er die gedachte Geſchwindigkeit wirklich; es iſt alſo ſchon wahrſcheinlich, daß auch das vorausgeſetzte ſich wirklich ſo befinde.

Aehnliche Schlüſſe gelten für die Bahnen der Planeten um die Sonne, wo bey allen $2ae$ nicht weit von c^2 abweicht, daher ſie alle in Ellipſen, aber nicht ſehr eccentriſchen, umlaufen. Bey den Kometen findet ſich die Geſchwindigkeit c in der Sonnenferne ſo gering, daß $4ae$ weit größer als c^2 wird, daher ihre Bahnen höchſt eccentriſch werden, und weit vom Kreiſe abweichen.

II. Umgekehrt läſt ſich aus der Gleichung für die Kegelſchnitte verbunden mit ⊙.) durch bloßes Differentiiren der Satz: $f = \frac{a^2 c^2}{gBy^2}$ wieder herleiten, oder beweiſen, daß bey Centralbewegungen in Kegelſchnitten, deren Brennpunkt der Mittelpunkt der Kräfte iſt, ſich die Centralkraft verkehrt, wie das Quadrat der Entfernung, verhalten müſſe, oder daß dieſe Bewegungen bey keinem andern, als bey dieſem Geſetze der Centralkraft ſtatt finden. Wenn daher die Planeten, wie ſchon Kepler aus Beobachtungen entdeckte, in Ellipſen um die Sonne, als Brennpunkt, laufen, und die Urſache dieſer Bewegung in einer

Gravitation nach der Sonne liegt, ſo folgt hieraus nothwendig das Newtoniſche Geſetz dieſer Gravitation.

III. Es möchte hiebey Ungeübten ſcheinen, als ob ein Körper, wie A (Taf. V. Fig. 78.), der unaufhörlich nach C gezogen oder getrieben wird, endlich doch den Punkt C ſelbſt erreichen, oder wenigſtens ihm unaufhörlich näher kommen müſte. Es wird ihnen vielleicht unbegreiflich dünken, wie eine elliptiſche Bahn entſtehen könne, in der ſich zwar der Körper A in dem Theile AMP dem Mittelpunkte C beſtändig nähert, aber in der zwoten Hälfte PDA ſich wieder eben ſo weit von C entfernt und nach A zurückkehret, da ihn doch eine beſtändige Kraft nach C zu treibt, welche noch überdies in P weit ſtärker, als in A iſt. Der P. Caſtel hat dies als einen wichtigen Einwurf gegen die Newtoniſche Theorie vorgetragen.

Es wird aber dieſe Bedenklichkeit wegfallen, wenn man überlegt, daß der wirkliche Lauf des Körpers nicht allein durch die nach C gerichtete Centralkraft, ſondern durch die Richtung und Geſchwindigkeit der vorhergehenden Bewegung und eine aus derſelben entſtehende der erſtern oft gerade entgegengeſetzte **Schwungkraft** beſtimmt wird. In der erſten Hälfte der Bahn iſt die Richtung des Körpers überall eine ſolche, daß er ſchon um dieſer Richtung willen allein ſich C nähern würde, wie z. B. bey M der Körper vom M bis T dem Punkte C immer näher kommen würde. Hiezu kömmt nun noch die Wirkung der Centralkraft, und ſo wird allerdings durch beyde Annäherung an C bewirkt. Sobald aber der Punkt P erreicht iſt, wo die Bahn aufs neue mit dem Radius vector rechte Winkel macht, geht die Richtung nach PQ, und hat nun eine ſolche Lage, daß ſie an ſich den Körper ſogleich im erſten Augenblicke mehr von C zu entfernen ſucht, und dies mit einer ſehr großen Geſchwindigkeit, weil er dem Mittelpunkte der Kräfte jetzt ſehr nahe iſt. Dieſes Beſtreben überwiegt hier die Wirkung der Centralkraft, und ſo verwandlet ſich die vorige Annäherung an C jetzt in eine Entfernung von dieſem Punkte.

Um dies deſto beſtimmter zu überſehen, wollen wir das Beſtreben des Körpers, ſich geradlinigt von C zu entfernen, oder die Schwungkraft um C in den beyden Stellen A und P betrachten. Es wird bey dem Worte: Centralkräfte erwieſen werden, daß die Schwungkraft in Stellen, wo die Bahn mit dem Radius vector rechte Winkel macht, dem Quadrate der Geſchwindigkeit, dividirt durch das doppelte Product des Radius vector in g gleich iſt. Demnach wird die Schwungkraft in A $= \frac{c^2}{2ag}$, in P $= \left(\frac{c.\,AC}{CP}\right)^2 : 2CPg = \frac{c^2 a^2}{2CP^3 g}$ ſeyn. Beyde verhalten ſich, wie $\frac{1}{a^3} : \frac{1}{CP^3}$, das iſt, **umgekehrt, wie die Würfel der Entfernungen.**

Der oben unmittelbar aus der Gleichung gefundene Satz, daß ein Kreis beſchrieben werde, wenn $2ae = c^2$, oder $\frac{c^2}{2ag} = \frac{e}{g} = f$, zeigt, daß der Körper ſich dem Mittelpunkte der Kräfte weder nähere noch von ihm entferne, wenn f, oder die Centripetalkraft, dem $\frac{c^2}{2ag}$, oder der Schwungkraft in A, gerade gleich iſt. Soll ſich alſo der Körper von A aus an C nähern, ſo muß $\frac{c^2}{2a} < e$ ſeyn. Kömmt er dann nach P, ſo hat ſich nun $\frac{c^2}{2a}$ in $\frac{c^2 a^2}{2CP^3}$ und e in $\frac{ea^2}{CP^2}$ verwandlet. Hievon iſt das erſte größer, als das zweyte, wie die Rechnung bald lehret, wenn man für CP ſeinen Werth $= \frac{ac^2}{4ae - c^2}$ ſubſtituirt, und $e > \frac{c^2}{2a}$ ſetzt. Daher überwiegt in P die Schwungkraft, und der Körper fängt an, ſich von C zu entfernen.

Ex. Es ſey CA oder $a = 80$, $c = 2$, $e = \frac{1}{16}$, d. i. ein Körper, der vom Mittelpunkte der Kräfte um 80 Theile abſteht, werde ſo ſtark gegen C getrieben, daß

er, dieſem Triebe allein überlaſſen, in der Zeit 1 (z. B. 1 Sek.) um $\frac{1}{16}$ eines Theils fortgehen würde; er ſey zugleich in einer auf AC rechtwinklichten Bewegung, die ihn in eben der Zeit um 2 Theile fortführen würde. Sie iſt $4ae = 20$; $c^2 = 4$; alſo $4ae > c^2$, und der Körper wird eine Ellipſe beſchreiben, deren Axe $\frac{4a^2e}{4ae - c^2} = \frac{4.\ 6400.\frac{1}{16}}{20 - 4} = 100$, der Parameter $\frac{c^2}{e} = 4 : \frac{1}{16} = 64$, und $CP = 20$ ſeyn wird. Weil auch bey A; $\frac{c^2}{2ag}$ oder die Schwungkraft $= \frac{4}{160g} = \frac{1}{40g}$ und alſo kleiner als $\frac{e}{g}$ oder als $\frac{1}{16g}$ iſt, ſo wird er ſich von A aus dem Mittelpunkte der Kräfte C nähern. In P hingegen, wo die Entfernung PC nur 20 Theile beträgt, und alſo 4mal kleiner als AC iſt, wird die Schwungkraft 64mal, die Centripetalkraft 16mal ſtärker, als bey A, jene $= \frac{64}{40g}$, dieſe $= \frac{1}{g}$ ſeyn. Hier iſt alſo die Schwungkraft ſtärker, als die Kraft nach C, und der Körper wird ſich von C entfernen.

Man ſieht hieraus, daß für $2ae > c^2$, C der von A entferntere, für $2ae < c^2$, der dem A nähere Brennpunkt der Ellipſe, und für $2ae = c^2$, der Mittelpunkt der kreisförmigen Bahn werde.

IV. Die Zeit, in welcher dieſe elliptiſche Centralbewegung zurückgelegt wird, findet ſich aus der Integration der allgemeinen Formel $vdt = ds$, welche ſich hier, weil $v = \frac{ca}{p}$, in $dt = \frac{pds}{ac}$ verwandlet. Es iſt aber $\frac{1}{2}pds$ oder $\frac{1}{2}CT.Mm$ dem Dreyecke CMm oder dem Elemente des elliptiſchen Sectors ACM gleich, daher

$$\tfrac{1}{2}dt = \frac{d.ACM}{ac},\ \text{und}\ dt = \frac{2d.ACM}{ac}$$

welches ſo integrirt, daß für $t = 0$, $ACM = 0$ wird, die

Zeit durch $AM = \frac{2.ACM}{ac}$, und die ganze Umlaufszeit gleich der doppelten elliptiſchen Fläche, dividirt durch ac, giebt. Nun iſt nach den Lehren der höhern Geometrie die Fläche einer Ellipſe von der Axe A und dem Parameter B $= \frac{1}{4}\pi A \sqrt{A} . \sqrt{B}$, oder $\left(\text{weil } B = \frac{c^2}{e}\right) = \frac{\frac{1}{4}\pi A \sqrt{A} . c}{\sqrt{e}}$, welches doppelt genommen und durch ac dividirt

$$\text{die Umlaufszeit} = \frac{\pi A \sqrt{A}}{2a \sqrt{e}}$$

giebt, in ſolchen Zeittheilen nemlich, deren einer bey der Beſtimmung von e zur Einheit iſt angenommen worden.

Ex. Wenn, wie oben, $a = 80$, $e = \frac{1}{16}$ in einer Secunde, die Axe $A = 100$, ſo wird die ganze Ellipſe in $\frac{3,1415 \ldots 100.10}{2.80.\frac{1}{4}}$, d. i. in 25. 3, 1415 ... oder 78,53 Sec. zurückgelegt.

V. Wenn zween verſchiedene Körper in verſchiedenen Entfernungen a und α von einerley Mittelpunkt der Kräfte angezogen werden, und die Räume, um welche ſie ſich in einer gewiſſen Zeit (1 Sek.) durch dieſe Anziehung gegen ihn bewegen würden, e und ε heißen, ſo werden ſich dieſe Räume, der Vorausſetzung gemäß, verkehrt wie a^2 zu α^2 verhalten, oder es iſt $\sqrt{e} : \sqrt{\varepsilon} = \alpha : a$, woraus $a \sqrt{e} = \alpha \sqrt{\varepsilon}$ folgt. Gehen nun beyde Körper um dieſen Mittelpunkt der Kräfte in elliptiſchen Bahnen, deren Axen A und E, die Umlaufszeiten T und t heißen, ſo iſt

$$T = \frac{\pi A \sqrt{A}}{2a\sqrt{e}} \quad ; \quad t = \frac{\pi E \sqrt{E}}{2\alpha\sqrt{\varepsilon}} = \frac{\pi E \sqrt{E}}{2a\sqrt{e}}$$

daher $T : t = A\sqrt{A} : E\sqrt{E}$ und $T^2 : t^2 = A^3 : E^3$, d. i. die Quadratzahlen der Umlaufszeiten verhalten ſich, wie die Würfel der großen Axen ihrer Bahnen. Daß dieſes bey dem Umlaufe der Planeten um die Sonne wirklich der Fall ſey, hatte Kepler längſt aus den Beobachtungen entdeckt, ehe noch die Ge-

ſetze der Centralbewegung bekannt wurden, ſ. Kepleriſche Regeln.

Ich würde mich bey dieſer Theorie der Centralbewegungen nicht ſo weit in die mathematiſche Rechnung eingelaſſen haben, wenn nicht gerade die Sätze, welche durch dieſe Rechnung am kürzeſten erwieſen werden können, den Grund des Newtoniſchen für die Phyſik ſo wichtigen Syſtems der Gravitation oder der Attraction in der Ferne ausmachten. Es iſt dieſes vortrefliche Syſtem von ſo vielen der Mathematik unkundigen Gegnern beſtritten worden, daß es mir ſchon aus dieſem Grunde rathſam dünkt, bey jeder Veranlaſſung zu zeigen, wie zur gehörigen Einſicht in deſſelben Gründe etwas mehr, als Elementargeometrie, nöthig ſey. Die Newtoniſchen Sätze beruhen auf folgendem Schluſſe: Alle Planeten und Kometen laufen um die Sonne, und alle Monden um ihre Hauptplaneten, nach den Geſetzen derjenigen Centralbewegung, bey welcher ſich die Centripetalkraft verkehrt, wie das Quadrat der Entfernung verhalten muß. Einige dieſer Geſetze finden auch nur für dieſe einzige Centralbewegung, und weiter für keine andere ſtatt. Daher ſind die Bewegungen der Himmelskörper in der That Centralbewegungen dieſer Art, und die beſchleunigende Kraft nach dem Mittelpunkte verhält ſich verkehrt, wie das Quadrat der Entfernung. Man nenne dieſe Kraft Gravitation, oder Schwere, ohne ſich weiter um ihr Weſen oder ihre Urſachen zu bekümmern, ſo folgt, daß alle Planeten gegen die Sonne und alle Monden gegen ihre Hauptplaneten ſchwer ſind, und deſto ſchwerer, je kleiner das Quadrat ihrer Entfernung von der Sonne oder den Hauptkörpern iſt. Wie thöricht iſt es, den Schlußſatz zu beſtreiten, ohne die Vorderſätze, die ganz auf Rechnung und Beobachtungen beruhen, gehörig eingeſehen zu haben? Dennoch treten von Zeit zu Zeit Leute auf, um neue Theorien an die Stelle der Newtoniſchen zu ſetzen, vor deren Feſtigkeit ſie doch zurückbeben müßten, wenn ſie nur einen einzigen hellen Blick in die Gründe derſelben zu thun vermöchten.

Kreisbewegung.

Wenn ſich ein Körper im Kreiſe bewegt, und außerdem weiter von keiner Kraft, als von der nach dem Mittelpunkte gerichteten, getrieben wird, ſo muß fürs erſte ſeine Geſchwindigkeit v an allen Stellen des Weges gleich groß, und alſo der anfänglichen Geſchwindigkeit c gleich ſeyn. Denn der Satz, daß die vom Radius vector durchlaufenen Flächenräume in gleichen Zeiten gleich groß ſind, iſt allen Centralbewegungen gemein. Hier aber ſind dieſe Flächenräume Sectoren des Kreiſes, denen, wenn ſie gleich ſind, auch gleiche Bogen des Kreiſes zugehören. Daher werden in gleichen Zeiten auch gleiche Bogen beſchrieben, d. h. die Bewegung iſt gleichförmig, und v ſtets $= c$, welches auch aus der Formel $v = \frac{ac}{p}$ folgt, weil beym Kreiſe das Perpentikel auf die Tangente dem Halbmeſſer oder Radius vector gleich, oder $p = a = y$ iſt.

Hiedurch verwandelt ſich der Ausdruck für den Halbmeſſer der Krümmung $\frac{v^2 y}{2gfp}$ in $\frac{c^2 a}{2gfa} = \frac{c^2}{2gf}$. Er iſt aber hier dem Halbmeſſer des Kreiſes ſelbſt gleich, daher

$$a = \frac{c^2}{2gf} \text{ und } f = \frac{c^2}{2ga}.$$

d. i. die Centripetalkraft bey der Kreisbewegung iſt gleich dem Quadrate der Geſchwindigkeit, dividirt durch das Product des Durchmeſſers in den Raum, durch welchen die Erdkörper in der Zeit 1 fallen, wenn die Schwere der Erdkörper = 1 geſetzt wird. Eben ſo groß iſt das Beſtreben des Körpers, ſich vom Mittelpunkte zu entfernen, oder die Schwungkraft, welche hier gerade das Gleichgewicht mit der Centripetalkraft halten muß, weil ſich der im Kreiſe bewegte Körper dem Mittelpunkte weder nähert, noch von ihm entfernt.

Ex. Ein Stein (deſſen Schwere aber hier bey Seite geſetzt werden, oder der auf einem glatten Brete liegen muß, welches ſein Gewicht trägt) mit der Geſchwindigkeit

von 2 Fuß in einer Secunde in einem Kreiſe von 4 Fuß Durchmeſſer geſchwungen, giebt, wenn $g = 15$ Fuß, $f = \frac{4}{4 \cdot 15} = \frac{1}{15}$. Er erfordert, um im Kreiſe zu bleiben, einen Zug gegen den Mittelpunkt, der $\frac{1}{15}$ der Schwere beträgt. Iſt ſein Gewicht, welches hier nur als Ausdruck ſeiner Maſſe betrachtet wird, 15 Loth, ſo erfordert er einen Zug von 1 Loth bewegender Kraft. Eben ſo ſtark ſpannt er den Faden, an welchem er geſchwungen wird.

Ein fallender Körper muß, um die Geſchwindigkeit c zu erhalten, durch eine Höhe h fallen, welche $\frac{c^2}{4g}$ iſt. Dieſes h heißt die der Geſchwindigkeit c zugehörige Höhe, ſ. **Fall der Körper**. Daher iſt $c^2 = 4gh$ und

$$f = \frac{4gh}{2ga} = \frac{2h}{a}.$$

d. i. **die Schwungkraft iſt gleich der doppelten der** Geſchwindigkeit zugehörigen Höhe, dividirt durch den Halbmeſſer des Kreiſes, oder: Sie verhält ſich zur Schwere, wie die doppelte Höhe, die der Geſchwindigkeit zugehört, zum Halbmeſſer des Kreiſes.

Mehrere Sätze von der Schwungkraft ſ. in den Artikeln: Centralkräfte, **Schwungkraft**.

Die Zeit, in welcher der Kreis durchlaufen wird, iſt hier, wo die Bewegung gleichförmig iſt, ſehr leicht zu finden. Sie iſt der Quotient des Raumes durch die Geſchwindigkeit, oder, da der Raum $= 2\pi a$, die Geſchwindigkeit $= c$ iſt,

$$\text{die Umlaufszeit} = \frac{2\pi a}{c}.$$

Der vorhin angeführte Stein würde ſeinen Kreislauf in $\frac{4 \cdot 3{,}1415 \ldots}{2}$ oder in 6,283 Secunden vollenden.

Man kan außer der Centralbewegung um die Brennpunkte der Kegelſchnitte und der Kreisbewegung noch andere betrachten, die aber in der Phyſik keine Anwendung finden. Dahin gehört die Bewegung, wobey die Central-

kraft ſich direct, wie die Entfernung vom Mittelpunkte der Kräfte, verhält. Sie geſchieht in einer Ellipſe, deren Mittelpunkt zugleich der Mittelpunkt der Kräfte iſt, und kan in einigen fällen ebenfalls eine Kreisbewegung werden.

Centralfeuer, Ignis centralis, *Feu central.* So haben einige Naturforſcher das Feuer genannt, welches nach ihrer Meinung im Innern der Erdkugel verborgen ſeyn, und die Mitte derſelben ausfüllen ſollte.

In ältern Zeiten hat man ſich hievon ſehr grobe Begriffe, und die Erde gleichſam zu einem Schmelzofen oder chymiſchen Laboratorium gemacht, welches ſchon Gaſſendi beſtritt und zeigte, daß ein eingeſchloßnes Feuer, ohne Luft und Nahrung, nicht brennen könne. Man kan auch aus andern Gründen vermuthen, daß das Innere der Erdkugel aus einer feſten Maſſe beſtehe, ſ. **Erdkugel.** Hiemit wird aber das Daſeyn des unterirdiſchen Feuers nicht geläugnet, wovon uns die Vulkane und heiſſen Quellen überzeugen, und welches in unterirdiſchen Höhlen durch brennbare Materiale unterhalten werden kan, aber wohl nie ſo tief liegt, daß ihm der Name Centralfeuer zukommen könnte, ſ. **Vulkane.**

Die neuern Phyſiker haben der Meinung vom Centralfeuer eine etwas verfeinerte Geſtalt gegeben, und es als eine dem Innern der Erde eigne Wärme betrachtet. Es iſt unmöglich, den Unterſchied der Klimate und die Abwechſelung der Wärme und Kälte ganz allein aus der Erwärmung durch die Sonnenſtralen zu erklären. **Mairan** (Mém. de Paris 1719. ingl. Abhdl. von dem Eiſe, Leipz. 1752. gr. 8. S. 45—68.) hat dieſe Materie ſehr umſtändlich abgehandlet. Weil höher liegende Gegenden auf der Erde allemal ungleich kälter ſind, als tiefer liegende, in einer mäßigen Tiefe unter der Erdfläche faſt immer eine gleiche Wärme herrſcht, der Froſt nie tief in die Erde dringt, und das Meerwaſſer in der Tiefe nie gefriert, ſo ſchreibt er einen großen Theil der Wärme auf der Erde überhaupt einer Grundwärme (*chaleur interne et permanente*) der Erdkugel zu, von welcher er berechnet, daß

ſie in der Breite von Paris 393 mal größer ſey, als die Wärme, welche die Sonne daſelbſt am kürzeſten Tage hervorbringt. Er leitet die Verſchiedenheit der Klimate zum Theil davon her, daß die Erde anfangs flüßig geweſen und erſt durch die Sonnenwärme auf der Oberfläche gehärtet worden ſey. Dies ſey wegen der Ungleichheit der Sonnenwärme auf eine ſehr ungleiche Art geſchehen, und daher die Ausbreitung der eingeſchloßen Wärme durch die Verhärtung der Rinde in der heiſſen Zone weit ſtärker, als gegen die Pole zu, verhindert worden, daher die Grundwärme um den Aequator am ſtärkſten ſey.

So hypothetiſch auch der letzte Theil dieſer Erklärung iſt, ſo beruhen doch die Gründe, aus welchen Mairan überhaupt eine Grundwärme annimmt, auf unbezweifleten Thatſachen. Je tiefer man in die Erde hinabkömmt, deſto mehr hören die Veränderungen der Wärme und Kälte auf, und die Temperatur nähert ſich einer gewiſſen das ganze Jahr durch unverändert bleibenden Grenze. In den tiefen Kellern unter der pariſer Sternwarte hält ſich das reaumüriſche Thermometer unverändert auf 10 Grad über dem Eispunkte. Wäre irgend ein Ort auf der Erde, wo die Temperatur das ganze Jahr durch einerley bliebe, ſo müßte dieſe Grenze daſelbſt die Oberfläche der Erde treffen; ſie muß auch unter übrigens gleichen Umſtänden deſto tiefer liegen, je größer die jährlichen Veränderungen, d. i. je näher die Pole ſind.

Es ſcheint alſo gewiß zu ſeyn, daß das Innere der Erde eine beſtimmte den äußern Abwechſelungen nicht unterworfene Wärme habe. Dies iſt auch ſehr natürlich, da die einzelnen äußern Einwirkungen zu ſchwach ſind, um das Ganze zu durchdringen. Ob aber dieſe Wärme, wie Mairan will, in größern Tiefen immer zunehme, und alſo von einer dem Mittel der Erde eignen größern Hitze herrühre, iſt unentſchieden, da unſere Beobachtungen noch viel zu wenig ins Innere der Erde gedrungen ſind. Mairan beruft ſich zwar auf Erfahrungen, aber man kan ihm andere entgegenſtellen. Bergmann führt an, daß im Schachte in Fahlun das Waſſer, aus einer Tiefe von 360

Fuß ſchnell aufgezogen, nur 4 Grad Temperatur gehabt habe, da das Thermometer in der Luft auf 28 Grad (nach der Scale des Celſius) geſtanden.

Der Graf Buͤffon ſieht in ſeinen Naturepochen (ſ. Erdkugel) die innere Waͤrme als einen Ueberreſt der ehemaligen Schmelzungshitze der Erde an, die er in dieſem mit ſo hinreißender Beredſamkeit geſchriebenen phyſikaliſchen Romane für eine von der Sonne abgeriſſene zuerſt ſchmelzende und nun nach und nach abkuͤhlende Maſſe erklaͤrt. Nach ihm verliert ſich dieſe innere Hitze immer mehr und mehr, und die Erde erkaltet, indem der davongehende Theil ihrer Waͤrme beym Durchgange durch die Flaͤche und Atmoſphaͤre ſeinen Einfluß auf das Klima aͤuſſert. Man kan hiebey mit Recht fragen, wo dieſe Waͤrme am Ende hinkomme, da außerhalb der Atmoſphaͤre nichts weiter da iſt, was ſie aufnehmen koͤnnte. Buͤffon laͤſt die Erde durchs Erkalten untergehen, oder unbewohnbar werden, da hingegen Bourguet (Mém. ſur la theorie de la terre in ſ. Lettres philoſoph.) glaubt, das innere Feuer verzehre die Erde nach und nach, verbreite ſich immer weiter, und werde endlich einen allgemeinen Brand erregen.

Aepinus (Cogit. de diſtributione caloris per tellurem) giebt es als ſehr wahrſcheinlich an, daß der innere Kern der Erde blos durch die Erwaͤrmung der Sonnenſtralen, denen doch von der Schoͤpfung an die halbe Oberflaͤche beſtaͤndig ausgeſetzt geweſen iſt, endlich wenigſtens die Waͤrme habe erhalten muͤſſen, welche er durch die Sonnenſtralen anzunehmen faͤhig ſey. Die ſich uͤberall gleich verbreitende Waͤrme theile ſich aus den erwaͤrmten Stellen den innern Theilen mit, und da ſie dieſe nicht ſo leicht, als die Rinde, verlieren, ſo koͤnne nach und nach eine gleiche Waͤrme geſammlet werden, von der wir zwar nicht wiſſen, welchen Grad ſie erreicht habe und ob ſie noch im Zunehmen ſey, die aber durch ihre ungleiche Ausbreitung auf die Klimate wirken koͤnne.

Torb. Bergmann phyſ. Beſchreibung der Erdkugel, durch **Roͤhl**, II. B. §. 141. 142.

Centralkräfte, Vires centrales, *Forces centrales.* Dieſen Namen giebt man den Kräften, welche bey der Centralbewegung den bewegten Körper in ſeiner Bahn fortführen, ſ. Centralbewegung.

Die meiſten phyſikaliſchen Schriftſteller reden von zwoen Centralkräften, wovon die eine, die Centripetalkraft, den Körper immer nach einerley Punkte, dem Mittelpunkte der Kräfte, hintreibe, die andere aber, die Centrifugalkraft oder Schwungkraft, ihn beſtändig davon abtreibe. Ich bin ſehr davon entfernt, die großen und über mein Urtheil weit erhabenen Männer, die ſo geſprochen haben, eines undeutlichen Vortrags oder unbequemer Ausdrücke zu beſchuldigen, zumal da der Name Kraft an ſich nur ein Nothbehelf iſt, um etwas auszudrücken, das man oft nennen muß, ohne es recht zu kennen. Doch liegt in der Natur dieſer beyden Centralkräfte ein Unterſchied, der einer deutlichern Auseinanderſetzung werth iſt.

Wenn der einmal in Bewegung geſetzte Körper von keiner Kraft weiter getrieben wird, ſo ſetzt er ſeinen angefangenen Lauf mit eben der Richtung und Geſchwindigkeit fort. Das thut er von ſelbſt vermöge ſeiner Trägheit, und es bedarf dazu keiner neuen Kraft, ſ. Trägheit. Von derjenigen Kraft, welche die Bewegung im erſten Anfange hervorgebracht hat, iſt hiebey auch die Rede nicht mehr.

Wird nun aber der ſo bewegte Körper in allen Stellen ſeines Weges nach einem außerhalb dieſes Weges liegenden Punkte, wie C (Taf. V. Fig 78.) gezogen, geſtoßen ꝛc., ſo entſtehet Centralbewegung. Dem, was ihn nach C zieht oder treibt, kömmt der Name Kraft, Centripetalkraft, ganz eigentlich zu. Es würde den Körper, wenn er nicht ſchon bewegt wäre, in Bewegung ſetzen; jetzt ändert es wenigſtens ſeine vorige Bewegung in allen Stellen. Es hat alſo alle Eigenſchaften einer Kraft, und ſo iſt gegen die Benennung Centripetalkraft keine Einwendung möglich.

Etwas anders iſt es mit der ſogenannten Centrifugalkraft oder Schwungkraft beſchaffen. Man mag

den Begrif von Centralbewegung, wie man will, zerlegen, ſo findet man doch weiter nichts darinn, als: Geſchwindigkeit nach der Tangente MT und Centripetalkraft nach C. Man fragt nun, was die Centrifugalkraft ſey. Darauf antworten einige, z. B. Winkler (Anfangsgr. der Phyſik, Leipz. 1754. 8. §. 92.): „Die Kraft, womit „ein Körper nach einer Tangente getrieben wird, iſt eine „vis centrifuga.“ Man glaubt alſo, es werde die Geſchwindigkeit nach der Tangente ſelbſt für Schwungkraft genommen. Aber dieſe iſt eine bloße Wirkung der Trägheit, ein bloßes Beybehalten des vorigen Zuſtands, und kan nicht in dem Sinne, wie die Centrifugalkraft, Kraft genannt werden. Zudem geht ja die Richtung der Tangente oft ſogar näher nach C zu, wie in der Figur bey M, wo der durch MT laufende Körper in T wirklich dem C näher ſeyn würde, als in M. Und wenn man auf die Sätze kömmt, welche von der Schwungkraft behauptet werden, ſo ſieht man vollends mit Ueberzeugung ein, daß ſie nicht von der Geſchwindigkeit nach der Tangente gelten, daß alſo unter Schwungkraft etwas ganz anders verſtanden werde.

Newton und Euler reden bey den Centralbewegungen immer nur von einer einzigen Kraft, nemlich der Centripetalkraft; Centrifugalkraft iſt bey Newton etwas ganz anders hieher nicht gehöriges. Huygens, der Erfinder der Sätze von der Schwungkraft, Käſtner, Karſten gedenken dieſer Kraft nur bey der Kreisbewegung; inzwiſchen giebt es doch viele ſehr gute Lehrer der Phyſik, Mechanik und Aſtronomie, z. B. Erxleben (Anfgr. der Naturl. §. 64. 659. 660.) und de la Lande, welche bey allen Centralbewegungen überhaupt, alſo auch bey dem elliptiſchen Laufe der Weltkörper, eine Centrifugalkraft betrachten. Ich werde alſo zuerſt einen allgemeinen Begrif von Schwungkraft oder Centrifugalkraft, der ſich auf alle dieſe Fälle anwenden läſt, feſtzuſetzen ſuchen, und dann zeigen, in wie fern man das ſo benannte eine Kraft nennen könne.

Jede Bewegung, die wegen der Trägheit des Körpers fortdauret, verändert die Entfernnng des Körpers von andern Punkten. Die Bewegung durch Ms (Taf. V. Fig. 79.) verändert die Entfernung des Körpers M vom Punkte C, welche hier aus CM in Cs verändert, d. i. um das Stück ms vergrößert wird. Man kan aus der Entfernung CM = a, der Geſchwindigkeit = c, dem Winkel CMs = k. und der Zeit durch Ms, welche hier unendlich klein oder dt ſeyn mag, durch eine leichte Rechnung bald finden, daß $ms = - \text{coſin } k.\ cdt + \frac{c^2 dt^2}{2a}$ ſey. Der erſte Theil ($-$ coſ. k. cdt) drückt das ts der Figur aus, um was die Bewegung durch Ms den Körper noch über die Tangente eines Kreiſes um C hinaus bringen würde; der letzte Theil $\left(\frac{c^2 dt^2}{2a}\right)$ iſt das mt der Figur, was die Bewegung thut, indem ſie ihn aus dem Kreiſe um C heraus bis in deſſen Tangente Mt nach t bringt: Der letzte Theil mt verſchwindet hier gegen ts, als ein Unendlichkleines der zweyten Ordnung gegen ein Unendlichkleines der erſten. Es iſt hier nicht der Ort, mich umſtändlicher über den erſten Theil zu erklären, welcher bey den Centralbewegungen den Raum ausdrücken kan, um welchen der Körper ſeiner ſchon vorher erlangten Richtung und Geſchwindigkeit halber einem entlegnen Punkte in jedem Augenblicke näher kommen oder ſich davon entfernen würde.

Wenn aber der Winkel CMs ein rechter, oder die Bewegung nach Mt gerichtet iſt, ſo verſchwindet der Coſinus dieſes Winkels, und mit ihm der gedachte erſte Theil ($-$coſ. k. cdt) gänzlich, und es bleibt hier nur der zweyte ſtets poſitive Theil $\frac{c^2 dt^2}{2a}$ übrig. Das heißt: der Körper wird, wenn CM mit der Bahn rechte Winkel macht, durch die Fortſetzung ſeiner vorigen Bewegung im Zeittheilchen dt vom Punkte C um einen Raum $= \frac{c^2 dt^2}{2a}$ entfernt. Man ſehe dieſe Entfernung als Wirkung einer Kraft an, und

vergleiche dieſelbe mit der Schwere = 1 auf folgende Weiſe. In den vorigen Schlüſſen ſtatt dt, eine endliche, aber ſehr kleine Zeit t geſetzt, in der die Schwere durch gt^2 treibt, wird den Raum = $\frac{c^2 t^2}{2a}$ geben. Alſo iſt 1 zu dieſer Kraft wie g zu $\frac{c^2}{2a}$, oder die Kraft iſt = $\frac{c^2}{2ga}$.

Dieſe Kraft nun, welche man als eine Urſache der Entfernung des Körpers von C annimmt, iſt es, was man Schwungkraft um C nennt. Ihre Größe hängt von c und a, d. i. von der Geſchwindigkeit und von dem Abſtande des Punktes C ab. Was ich hier von ihr vorgetragen habe, ſetzt voraus, daß der Punkt C, auf den ſie ſich bezieht, in einer auf die Bahn ſenkrechten Linie liege. Iſt der Punkt C der Mittelpunkt der Kräfte bey einer Centralbewegung, ſo wird CM = a der Radius vector, und man hat den Satz: **An den Stellen, wo die Bahn mit dem Radius vector rechte Winkel macht, iſt die Schwungkraft um den Mittelpunkt der Kräfte gleich dem Quadrate der Geſchwindigkeit, dividirt durch das doppelte Product des Radius vector in g.** Iſt C der Mittelpunkt des Krümmungskreiſes (centrum oſculi), wobey CM allezeit ſenkrecht auf die Bahn iſt, ſo wird a der Halbmeſſer der Krümmung oder = r, und es folgt der allgemeine Satz: **Die Schwungkraft um das Centrum oſculi iſt = $\frac{c^2}{2gr}$, oder gleich dem Quadrate der Geſchwindigkeit, dividirt durch das doppelte Product aus dem Halbmeſſer der Krümmung in g.** Geſchieht die Bewegung im Kreiſe vom Halbmeſſer a, ſo iſt die **Schwungkraft um den Mittelpunkt überall** = $\frac{c^2}{2ga}$, welcher Satz auch ſchon im Artikel: **Centralbewegung**, bey Veranlaſſung der hier eben ſo großen Centripetalkraft erwähnt worden iſt.

Man kan alſo bey ebenderſelben Bewegung und an ebenderſelben Stelle des Weges dem Körper mehrere

Schwungkräfte beylegen, je nachdem man ſeinen Schwung um verſchiedene in der Normallinie liegende Punkte betrachtet. So iſt an der Stelle A (Taf. V. Fig. 78.) des Körpers Schwungkraft um C = $\frac{c^2}{2g.AC}$, die um P = $\frac{c^2}{2g.AP}$, u. ſ. f. Die Schwungkräfte um dieſe Punkte verhalten ſich gegen einander umgekehrt, wie der Punkte Entfernungen von A, die um C, z. B. zu der um P, wie AP:AC. Schon dieſe Mehrheit der an einerley Stelle gedenkbaren Schwungkräfte leitet auf den Verdacht, daß Schwungkraft mehr ein mathematiſcher Begrif, als etwas wirkliches phyſikaliſch vorhandenes ſey.

Wenn nun die ſchon erhaltene Bewegung des Körpers in allen Stellen durch eine Centripetalkraft geändert wird, d. i. wenn Centralbewegung entſtehet, ſo iſt an jeder Stelle des Weges ein größerer oder geringerer Theil der Centripetalkraft dieſen ſogenannten Schwungkräften enegegengeſetzt. Man kan nemlich die Centripetalkraft f, deren Wirkung Taf. V. Fig. 78. durch die Linie rm vorgeſtellt werden mag, in zwo Kräfte zerlegen, deren eine (die **Tangentialkraft**) nach der Richtung qm, d. i. nach der Richtung der krummen Linie ſelbſt geht, alſo dieſe Richtung nicht ändert, ſondern blos auf die Geſchwindigkeit wirkt; die andere aber (die **Normalkraft**) nach der Richtung rq auf die Bahn ſenkrecht wirkt, und auf ihre Krümmung verwendet wird. Dieſe letztere iſt den Schwungkräften um die Punkte, welche in der Normallinie oder in der Verlängerung von rq liegen, gerade entgegengeſetzt. Sie wird alſo diejenige von dieſen Schwungkräften, welche ihr an Größe gleich iſt, gerade aufheben. Nun läſt ſich mit Hülfe der Lehre von Zerlegung der Kräfte bald überſehen, daß die Normalkraft nach qr ſich zur Centripetalkraft nach rm, oder zu f, verhalte wie rq : rm, d. i. wie CT : CM = p : y, daß daher ihre Größe = $\frac{fp}{y}$ ſey.

Nennt man nun den Halbmeſſer der Krümmung $\frac{v^2 y}{2gfp}$ (ſ. Centralbewegung) = r, ſo iſt $\frac{fp}{y}$ oder die Normalkraft = $\frac{v^2}{1gr}$. Daher hebt ſie gerade die Schwungkraft nach dem Mittelpunkte des Krümmungskreiſes, welche nach dem vorigen auch $\frac{v^2}{2gr}$ iſt, auf, d. h. ſie hindert den Körper, ſich weiter vom Mittelpunkte des Krümmngskreiſes zu entfernen oder den Krümmungskreis zu verlaſſen, ſie ändert ſeine Richtung, krümmt ſeinen Weg, der ſonſt geradlinigt nach der Tangente fortgegangen wäre. Dieſe Schwungkraft nach dem Mittelpunkte des Krümmungskreiſes iſt alſo hier derjenige Theil der vom vorigen Augenblicke her fortgeſetzten Bewegung, welcher durch die Normalkraft gerade aufgehoben wird; der Widerſtand, welchen die Trägheit der Krümmung der Bahn entgegenſetzt.

Ob nun dieſes, was eigentliche Folge der Trägheit iſt, eine Kraft zu nennen ſey, darüber kan ich nicht entſcheiden; es giebt einige Fälle, in welchen es dieſen Namen mehr zu verdienen ſcheint, als in andern; es iſt aber am Ende immer nur Schein. Bey der freyen Centralbewegung verhält ſich die Sache ſo, Ein Theil der Centripetalkraft wird auf Aenderung der Richtung, auf Krümmung des Weges, verwendet. Hat er dieſe Wirkung hervorgebracht, ſo wirkt er weiter nichts. Man ſtellt ſich vor, eine entgegengeſetzte Kraft habe ihn aufgezehrt, und nennt dieſe Schwungkraft. Im Grunde iſt aber das, worauf er verwendet wurde, ein Theil der ſchon vorhandnen Bewegung, und alſo eine Folge der Trägheit geweſen; und wenn man es Kraft nennen darf, ſo iſt es mit gleichem Rechte erlaubt, der Bewegung ſelbſt eine Kraft zuzuſchreiben, welches doch viele Lehrer der Mechanik nicht zulaſſen wollen. So könnte man der Bewegung des geworfenen Körpers eine Kraft, mit der ſie fortgienge, zu-

ſchreiben, da ſich doch alles, was ſie bewirkt, aus Geſchwindigkeit erklären läſt. Es iſt zwar dem Sprachgebrauche des gemeinen Lebens gemäß, zu ſagen; die Bombe fliege oder ſchlage mit Kraft und Gewalt; allein im Grunde läſt ſich dies alles auf ihre Geſchwindigkeit zurückführen. Es iſt hiemit ſo, wie mit dem, was Leibnitz lebendige Kraft genannt hat, ſ. Kraft, lebendige. Wird dem bewegten Körper eine lebendige Kraft zugeſchrieben, ſo iſt die Schwungkraft der Theil davon, den die Normalkraft aufhebt; der übrige Theil verbindet ſich mit der Tangentialkraft, und beſtimmt mit dieſer zugleich die folgende Geſchwindigkeit des Körpers.

Bey Centralbewegungen **auf vorgeſchriebenen Wegen**, wenn z. B. eine Kugel durch einen krummen Canal getrieben wird, (wie bey den kleinen Kegelſpielen, wo man die Kugel mit einer Maſſe forttreibt,) drückt dieſe im krummen Theile der Bahn gegen die äußere Wand des Canals. Man ſagt, ſie drückt mit ihrer Schwungkraft dagegen. In dieſem Falle nemlich iſt gar keine Centripetalkraft vorhanden, und die Krümmung des Weges wird durch Feſtigkeit und Widerſtand der krummen Wand bewirkt. Derjenige Theil der Bewegung, der auf die Wand lothrecht gerichtet iſt, wird durch ihre Feſtigkeit aufgehoben, welche hier die Stelle der Normalkraft vertritt; was ſie aufhebt, ſcheint zwar Kraft heißen zu können, weil es Druck verurſacht, es iſt aber doch ein Theil der vom vorigen Augenblicke her fortdaurenden Bewegung, und alſo nur dann Kraft, wenn man ſich verſtattet, der Bewegung Kraft beyzulegen.

Eine Kugel, auf einer glatten Tafel mit einem Faden an einen Stift befeſtiget, und im Kreiſe um den Stift geſchwungen, ſpannt den Faden, zerreißt ihn ſogar, wenn die Geſchwindigkeit ſehr groß iſt. Hier, ſagt man, zeigt ſich die Schwungkraft deutlich; was ſpannen und zerreißen kan, muß doch Kraft heißen können. Aber man kan ſich hier auch die Sache ſo vorſtellen. Was den Körper an den Stift bindet, was die Stelle der Centripetalkraft vertritt, iſt der Zuſammenhang der Theile des Fa-

dens nach der Richtung des Halbmeſſers. An jeder Stelle hebt dieſer Zuſammenhang denjenigen Theil der Bewegung auf, der dieſer Richtung entgegengeſetzt iſt. Es iſt alſo das, was den Faden ſpannt, wiederum ein Theil der Bewegung, den zu verhindern, die Kraft des Zuſammenhangs ganz oder zum Theil aufgewendet werden muß. Iſt dieſe Kraft an irgend einer Stelle zu ſchwach, ſo wird nach ihrer völligen Verwendung doch noch etwas von jenem Theile der Bewegung übrig bleiben, der Körper wird ſich wirklich vom Stifte entfernen, und den Theil des Fadens, deſſen Zuſammenhang mit dem nebenliegenden ganz verwendet oder aufgehoben war, mit ſich nehmen, d. h. der Faden wird zerreißen. Alſo iſt auch hier nur Kraft, in ſofern man der Bewegung Kraft zuſchreibt.

Wenn alſo ein großer Lehrer der Mechanik (**Käſtner** höhere Mechan. 2 Abſchn. §. 4.) erinnert, daß wir nicht wiſſen, ob Bewegung aus Kraft, oder Kraft aus Bewegung folge, ſo heißt dies ſo viel: Wir nennen die Urſache der Bewegung Kraft; in ſofern aber eine Bewegung wieder Urſache einer folgenden Bewegung iſt, liegt auch in der Bewegung ſelbſt eine Kraft. Mir ſcheint doch hiebey das Wort Kraft in zweyerley Sinne genommen zu ſeyn, einmal für die Urſache neuer Bewegung, das anderemal für Folge der Trägheit, oder der Beharrlichkeit in voriger Bewegung; einmal für Urſache der Aenderung, das anderemal für Folge der Nicht-änderung des Zuſtandes.

Der Körper ſucht im folgenden Augenblicke ſeine vorige Bewegung fortzuſetzen. Dies iſt Trägheit, und die beſten Lehrer der Mechanik (**Käſtner** höh. Mech. Abſchn. I. §. 23.) wollen nicht zulaſſen, es **Kraft** zu nennen. Es wird hier in zween Theile zerlegt. Der eine davon liegt in der geänderten Richtung des gekrümmten Wegs, und trägt bey, die Geſchwindigkeiten im folgenden Augenblicke zu beſtimmen. Der andere ſteht darauf ſenkrecht. Warum nennt man dieſen andern Theil **Kraft**, da man doch dem Ganzen, wovon er ein Theil iſt, mit dem er alſo homogen ſeyn muß, dieſen Namen abſpricht?

Inzwiſchen will ich gegen die einmal angenommene Benennung nicht ſtreiten, nur erinnern, daß Centrifugalkraft zu einer andern Claſſe von Urſachen, als Centripetalkraft, gehöre, und daß es undeutliche Begriffe veranlaſſe, wenn man beyde ſo unbedingt und ohne weitere Erklärung unter dem Namen der Centralkräfte zuſammenſtellet. So ſehr ich die unangenehmen Folgen dieſer Undeutlichkeit ſelbſt empfunden habe, ſo iſt mir doch der Name Schwungkraft wegen der ſchönen Erfindungen, auf die er geführt hat, werth geworden. Ich würde ihn, als Ausdruck eines mathematiſchen zum Behuf der Rechnung angenommenen Begrifs, nicht hingeben, wenn ich auch abgeneigt wäre, das, was damit bezeichnet wird, phyſikaliſch für eine Kraft im gewöhnlichen Sinne dieſes Worts zu erkennen. Man könnte es vielleicht **Schwung** um C, Schwung um A u. ſ. f. nennen, und als den Theil der Bewegung anſehen, welcher den Körper von C, von A ꝛc. während des Zeittheils dt weiter entfernt; übrigens aber nach **Newtons** und **Eulers** Beyſpiele nur von einer Centralkraft der vi centripeta reden.

Centralkräfte bey der Kreisbewegung.

Bey der Kreisbewegung iſt, wie im Artikel: **Centralbewegung**, ſchon erwieſen worden, die Centripetalkraft $f = \frac{c^2}{2ga}$, wenn c die Geſchwindigkeit, a den Halbmeſſer des Kreiſes bedeutet. Nach den obigen Sätzen iſt die Schwungkraft auch $= \frac{c^2}{2ga}$. Daher ſind bey der Kreisbewegung beyde Kräfte gleich.

Hieraus iſt ſchon bey dem Worte: **Centralbewegung**, gefolgert worden, daß ſich die Schwungkraft um den Mittelpunkt des Kreiſes zur Schwere, wie die doppelte der Geſchwindigkeit zugehörige Höhe zum Halbmeſſer, verhalte.

Um dies mit Ausdrücken, die bey andern Schriftſtellern vorkommen, vergleichen zu können, iſt zu bemerken:

1) daß hier beſchleunigende Kräfte verſtanden werden, welche man noch mit der Maſſe des bewegten Körpers zu multipliciren hat, wenn man die bewegende Kraft finden will, ſ. Kraft, beſchleuigende, bewegende. Daher iſt die bewegende Centripetalkraft hier $=\frac{Mc^2}{2ga}$, wenn M die Maſſe des Körpers iſt. 2) Da 2g für alle Fälle daſſelbe bleibt, ſo verhalten ſich bey zwo verſchiednen Kreisbewegungen die Schwungkräfte, wie $\frac{Mc^2}{a}$. Daher ſagen einige, die Schwungkraft ſey gleich dem Producte der Maſſe in das Quadrat der Geſchwindigkeit, dividirt durch den Halbmeſſer des Kreiſes. Dies ſcheint von den hier gefundenen Beſtimmungen abzuweichen; es iſt aber eben daſſelbe, nur nach einer andern Einheit ausgedrückt. Nemlich die Schwere wird dabey nicht $= 1$, ſondern $= 2g$ angenommen. Man darf daher die Maſſe des Körpers nicht ſeinem Gewichte gleich ſetzen, ſondern muß das Gewicht erſt durch 2 g dividiren, und ſo kömmt in allen Fällen eben das, was unſere Formel giebt.

Aus dem Satze, daß ſich bey zwoen Kreisbewegungen die Schwungkräfte, wie $\frac{Mc^2}{a}$ verhalten, läſt ſich folgendes herleiten.

1) Bey gleichen Halbmeſſern der Kreiſe und gleichen Geſchwindigkeiten verhalten ſich die Schwungkräfte, wie die Maſſen der Körper.

2) Weil die Umlaufszeit t $\frac{2\pi a}{c}$ ſich, wie $\frac{a}{c}$ verhält, alſo $\frac{Mc^2}{a}$, wie $\frac{Mc}{t}$, oder wie $\frac{Ma}{t^2}$, ſo verhalten ſich die Schwungkräfte bey gleichen Maſſen und Umlaufszeiten, wie die Halbmeſſer.

3) Bey gleichen Umlaufszeiten aber, wie die Producte der Maſſen durch die Halbmeſſer. Verhalten ſich hiebey die Maſſen verkehrt, wie die Halbmeſſer, ſo ſind die Schwungkräfte gleich.

4) Bey gleichen Maſſen und Halbmeſſern verhalten ſich die Schwungkräfte, wie die Quadrate der Geſchwindigkeiten.

5) Bey gleichen Halbmeſſern, wie die Producte der Maſſen in dieſe Quadrate.

6) Bey gleichen Maſſen und Geſchwindigkeiten verkehrt, wie die Halbmeſſer.

7) Bey gleichen Geſchwindigkeiten iſt das Verhältniß der Schwungkräfte aus dem directen der Maſſen und dem umgekehrten der Halbmeſſer zuſammengeſetzt.

8) Sind Maſſen und Schwungkräfte gleich, ſo verhalten ſich die Quadrate der Umlaufszeiten, wie die Halbmeſſer; auch die Quadrate der Geſchwindigkeiten, wie die Halbmeſſer.

9) Soll die Schwungkraft der Schwere, oder, als bewegende Kraft betrachtet, dem Gewichte des Körpers gleich ſeyn, ſo muß die der Geſchwindigkeit zugehörige Höhe der Hälfte des Halbmeſſers gleich ſeyn, oder der Körper muß ſo geſchwind laufen, als ob er durch die Hälfte des Halbmeſſers gefallen wäre.

10) In dieſem Falle iſt die Umlaufszeit zu der Zeit, in welcher der Körper durch die Hälfte des Halbmeſſers fällt, wie $2\pi : 1$, d. i. wie der Umkreis zum Halbmeſſer.

11) Verhalten ſich die Geſchwindigkeiten umgekehrt, wie die Halbmeſſer, ſo ſind die Schwungkräfte umgekehrt, wie die Würfel der Halbmeſſer.

Centralkräfte bey den Bewegungen in Kegelſchnitten.

Wenn ſich die Centripetalkraft f umgekehrt, wie y^2, oder wie das Quadrat der Entfernung vom Mittelpunkte der Kräfte, verhält, ſo iſt die Bahn ein Kegelſchnitt, ſ. Centralbewegung, und $f = \frac{a^2 e}{y^2}$, wo a die Entfernung vom Mittelpunkt der Kräfte, oder den Radius vector an einer Stelle, wo er mit der Bahn rechte Winkel macht, e den Raum, durch welchen die Centripetalkraft an dieſer

Stelle den Körper in der erſten Secunde treiben würde, bedeutet. Die Geſchwindigkeit des Körpers an eben dieſer Stelle heißt c, die an andern Stellen v.

Die Centripetalkraft f läſt ſich überall in eine Tangentialkraft und eine Normalkraft zerlegen. Von der Normalkraft iſt ſchon im vorigen gezeigt worden, daß ſie $=\frac{v^2}{2gr}$ ſey, wo r den Halbmeſſer der Krümmung bedeutet. Die Tangentialkraft aber nach der Richtung qm verhält ſich zu f, wie qm:rm (Taf. V. Fig. 78.), d. i. wie mr:Mm, oder wie − dy:ds, und iſt alſo $=\frac{-fdy}{ds}=\frac{-fdy}{vdt}$. Sie wirkt auf die Geſchwindigkeit, und die Geſchwindigkeit, welche ſie in der Zeit dt erzeugt, oder $-\frac{2gfdy}{v}$ *) iſt = dv. Die Normalkraft hingegen wirkt blos auf die Aenderung der Richtung.

Die Schwungkraft kan hier nur um Punkte betrachtet werden, welche in einer auf die Bahn ſenkrechten Linie, d. i. im Halbmeſſer der Krümmung liegen. Der vornehmſte dieſer Punkte iſt der Mittelpunkt der Krümmung. Die Schwungkraft um dieſen iſt $=\frac{{}^2}{2}$, alſo überall der Normalkraft gleich. In jedem Elemente der Bahn nemlich iſt die Bewegung als Kreisbewegung im Krümmungskreiſe zu betrachten, deſſen Halbmeſſer aber an jeder Stelle ein anderer iſt.

In den Stellen A und P, wo der Halbmeſſer der Krümmung auf die Richtung der Axe fällt, kan man Schwungkraft oder Schwung um mehrere Punkte der Axe

*) Die negativen Zeichen bey dieſen Formeln zeigen hier nichts weiter an, als daß die Tangentialkraft dem dy entgegen geſetzt iſt, d. h. daß ſie der vorigen Bewegung entgegen wirkt, wenn der Radius vector im Zunehmen iſt, und umgekehrt.

betrachten. Die um den Mittelpunkt der Krümmung (welcher von A um den halben Parameter entfernt liegt) iſt bey A = f ſo groß, als die Centripetalkraft, die hier ganz Normalkraft iſt. Die Schwungkraft um C aber iſt $= \frac{c^2}{2ga}$, und kleiner als f, daher der Körper von der Centripetalkraft mehr an den Mittelpunkt der Kräfte genähert wird. In P iſt die Schwungkraft um den Mittelpunkt der Krümmung ebenfalls der Centripetalkraft gleich; die um C aber größer, daher der Körper durch den Schwung vom Mittelpunkte der Kräfte entfernt wird, und ſo die andere Hälfte der Ellipſe durchläuft.

Die vollkommne Uebereinſtimmung zwiſchen den Geſetzen des Planetenlaufs und der Centralbewegungen läſt uns nicht zweifeln, daß die Planeten durch eine Centralkraft gegen die Sonne getrieben werden, deren Stärke ſich umgekehrt, wie das Quadrat der Entfernung, verhält. Dieſe Kraft, mit des Planeten Bewegung verbunden, beſtimmt an jeder Stelle ſeine Richtung und Geſchwindigkeit. Was die erſte Bewegung der Himmelskörper verurſacht habe, iſt wohl nur dem Urheber derſelben bekannt. Man kan ſich aber vorſtellen, der in P befindliche und gegen die Sonne C gravitirende Planet ſey mit einer gewiſſen Geſchwindigkeit nach einer auf PA ſenkrechten Richtung geworfen worden. War dieſer Wurf ſo ſtark, oder dieſe Geſchwindigkeit ſo groß, daß die daraus entſtehende Schwungkraft um C gerade der Centripetalkraft gleich ward, ſo muſte der Planet einen Kreis um C, war er ſtärker, eine Ellipſe um den Brennpunkt C beſchreiben, und bey einem ſehr ſtarken Wurfe hätte dieſe Ellipſe ſogar in eine Parabel oder Hyperbel übergehen können. Die Würfe der Planeten kommen denen, die zum Kreiſe nöthig ſind, nahe, ihre Richtungen gehen auch alle auf einerley Seite, und fallen ziemlich in einerley Ebne. Die Würfe der Kometen ſind weit ſtärker, und daher ihre Ellipſen eccentriſcher. Wenn es Körper giebt, die ſo ſtark geworfen wurden, daß ſie eine Parabel oder Hyperpel beſchrieben, ſo

können wir doch keine Kenntniß von denſelben haben, weil ihre Bahnen nicht wieder in ſich zurückkehren. Sie können in andere Syſteme übergegangen ſeyn, ohne je wieder zu uns zu kommen.

Nach dem Zeugniſſe Plutarchs haben ſchon einige Weltweiſen des Alterthums die Bewegungen in krummen Linien aus einer Kraft gegen den Mittelpunkt und aus der Kraft der Umdrehung oder des Schwungs ſelbſt hergeleitet; aber ihre Begriffe hievon waren viel zu unvollſtändig. Galilei lehrte zuerſt etwas beſtimmteres; allein er ſchränkte ſich blos auf einen beſondern Fall der Centralbewegungen, nemlich auf die Bahn geworfener Erdkörper ein, welche paraboliſch iſt, und durch die Schwere nach der Erde verbunden mit der vom Wurfe herrührenden Bewegung beſtimmt wird.

Die erſte Bekanntmachung der Sätze von der Schwungkraft im Kreiſe hat man Huygens zu danken, der ſie anfänglich (Theoremata de vi centrifuga, im Horologio oſcillatorio, Pariſ. 1673. fol. P. V.) ohne Beweis herausgab. In der nach ſeinem Tode erſchienenen Sammlung (Chriſt. Hugenii Opuſcula poſthuma, Lugd. Bat. 1703. 4.) finden ſie ſich nebſt den Beweiſen als eine eigne Abhandlung unter dem Titel: De vi centrifuga. Er begleitete dieſe Sätze mit einigen ſehr ſcharfſinnigen Anwendungen auf beſondere Arten der Schwungbewegung, berechnete auch die Schwungkraft bey Umdrehung der Erde und die daraus entſtehende Verminderung der Schwere, und leitete daraus die Vermuthung einer abgeplatteten Geſtalt der Erdkugel her.

Newton betrachtete die Lehre von den krummlinigten Bewegungen aus einem weit allgemeinern Geſichtspunkte, und fand mit Hülfe der erhabenſten Geometrie ihre Geſetze, deren Erklärung einen großen Theil ſeines unſterblichen Werks (Principia philoſ. natur. mathemat. Lond. 1687. 4.) ausmacht. Er fand zuerſt, daß bey allen Centralbewegungen der Radius vector in gleichen Zeiten gleiche Flächen durchlaufen müſſe, und daß umgekehrt dieſes Durchlaufen gleicher Flächen, welches nach Keplern

bey dem Laufe der Planeten ſtatt findet, ein gewiſſes Zeichen einer Centralbewegung oder einer ſtets nach einerley Punkte wirkenden Kraft ſey. Er gieng nun auf die Unterſuchung fort, nach was für einem Geſetze ſich die Centripetalkraft in verſchiedenen Entfernungen vom Mittelpunkte ändern müſſe, wenn die Bahn eine Curve von dieſer oder jener Natur werden ſolle. Dieſes Problem, aus der gegebnen krummen Linie das Geſetz der Kraft zu finden, heißt die Aufgabe der Centralkräfte. Da es blos Differentialrechnung erfordert, ſo reichte die damalige Geometrie vollkommen hin, um eine allgemeine Auflöſung davon zu geben. Newton fand (Princip. L. I. Sect. 3. Prop. 11.), wenn die Bahn eine Ellipſe ſey, und der Mittelpunkt der Kräfte im Brennpunkte liege, ſo müſſe ſich die Centripetalkraft umgekehrt, wie das Quadrat der Entfernung, verhalten. Da nun dies der Fall beym Planetenlaufe iſt, ſo ſchloß er hieraus, daß die Planeten von einer Kraft, die ſich nach dieſem Geſetze richte, gegen die Sonne getrieben werden, und gründete hierauf im dritten Buche der Principien ſeine vortrefliche Mechanik der himmliſchen Bewegungen.

Die verkehrte Aufgabe der Centralkräfte, d. i. aus dem Geſetze der Kraft die Natur der krummen Linie, und dann aus der Geſchwindigkeit des Wurfs die Bahn ſelbſt zu finden, erfordert Integralrechnung, welche Newton zwar erfunden, aber noch nicht ſo weit entwickelt hatte, als es zu einer allgemeinen Auflöſung dieſes Problems nöthig iſt. Er begnügte ſich alſo, durch ſinnreiche Methoden das Problem für einzelne Fälle aufzulöſen, und unter andern zu zeigen, daß, wenn die Kraft ſich verkehrt, wie das Quadrat der Entfernung, verhält, ein Kegelſchnitt beſchrieben werde, deſſen Beſchaffenheit von der Geſchwindigkeit des Wurfs abhängt. Johann Bernoulli (Mém. de Paris 1710. und Opp. To. I. p. 469.) hat dieſe wichtige Aufgabe zuerſt in ihrer Allgemeinheit aufgelöſet, und Newtons Auflöſung für den beſondern Fall des Geſetzes der Gravitation darum getadlet, weil er (Princip. L. I. prop. 17.) ſtillſchweigend annehme, es werde ein Kegel-

ſchnitt beſchrieben, und nur unterſuche, was für einer es ſey, welchen ganz gegründeten Tadel Montucla mit Unrecht eine Chikane nennt. Nachdem haben andere Lehrer der Mechanik, z. B. Euler (Mechan. To. I. L. V. prop. 80.) und Käſtner (höh. Mechan. §. 202 — 240.), mit Hülfe der ſeitdem erfundenen Kunſtgriffe der Integralrechnung, Auflöſungen gegeben, welche Leichtigkeit mit Strenge der Methode verbinden. Was ich im Art. Centralbewegung hievon beygebracht habe, war hier hinreichend, um die Unentbehrlichkeit der Infiniteſimalrechnung bey den wichtigſten Beweiſen der Phyſik zu zeigen, und Formeln zu erhalten, welche die meiſten Fragen leicht beantworteten. Ich kenne die Einwendungen wohl, die ein ſtrenger Geometer gegen die Unvollſtändigkeit dieſes Beweiſes machen müſte; aber ihnen abzuhelfen, wäre hier unzweckmäßige Weitläufigkeit geweſen.

Centralmaſchine. Machina experimentis de motu centrali capiendis inſerviens, *Machine pour les experiences du mouvement central.* Eine zur Geräthſchaft der Experimentalphyſik gehörige Maſchine, durch welche man eine horizontale Scheibe ſchneller oder langſamer um ihren Mittelpunkt drehen kan.

Es wäre überflüßig, ſolche Maſchinen, denen man ſehr verſchiedene Einrichtungen geben kan, hier zu beſchreiben und abzubilden. Jeder Anfänger in der Mechanik kennt die Mittel, horizontale Umdrehungen zu bewirken. Das einfachſte iſt, ein Rad, das man mit einer Kurbel umdreht, durch eine Schnur ohne Ende mit einem ſtehenden Würtel zu verbinden, auf deſſen Axe die Scheiben oder Körper, die man drehen will, aufgeſteckt werden können. Das Rad, das man mit der Hand dreht, kan liegen, wie bey der Maſchine zum Glasſchleifen (Wolf, Elem. Dioptr. Probl. 57.), oder es kan ſtehen, wie bey Nollets Centralmaſchine (Leçons de Phyſique exper. To. II. Leç. 5. Sect. 2. Exp. 1.), welche auch in Winklers Phyſik (zweyte Lehre Cap. 5. §. 91.) beſchrieben und abgebildet worden iſt. Im erſtern Falle bekömmt die Ma-

ſchine eine bequemere mehr ins Kleine gebrachte Geſtalt. So verfertigen die engliſchen Künſtler ihre Centralmaſchinen. Im letztern Falle muß die Schnur über Rollen gehen, die ihre vorher in die Verticalfläche fallende Richtung in eine horizontale verwandlen. Ein ſtehendes Rad könnte auch, wie bey den Drehbänken, durch Treten bewegt werden. Schnellere Umdrehung wird entweder durch ſchnelleres Drehen des Rads, oder durch einen Würtel von kleinerm Durchmeſſer bewirkt, daher es bequem iſt, den Würteln mehrere Einſchnitte von verſchiednen Durchmeſſern zu geben, um die Schnur bald in dieſen, bald in jenen, einlegen zu können; wobey aber auch dafür geſorgt ſeyn muß, daß man die Schnur in allen Fällen gehörig ſpannen könne.

Ich ſchränke mich hier darauf ein, einige mit dieſer Maſchine anzuſtellende Verſuche anzuführen. Taf. V. Fig. 80. ſtellt einen dazu gehörigen Träger (*Portant*) vor, der ſich mitten auf die umzudrehende Scheibe ſtecken läſt. Von C bis D iſt ein glatter Eiſendrath gezogen, unter welchem auf dem Träger ſelbſt eine in Zolle getheilte Linie hingeht. An dieſen Drath laſſen ſich durchbohrte elfenbeinerne Kugeln F und E ſtecken, welche leicht und ohne ſtarke Reibung daran hingleiten. Setzt man von zwo gleich großen Kugeln, die mit einem ſeidnen Faden verbunden ſind, die eine über den Mittelpunkt in A, die andere um die Länge des Fadens vom Mittel entfernt, ſo wird bey Umdrehung der Scheibe und des Trägers die entferntere Kugel gegen das nächſte Ende des Trägers zu fliegen und die andere mit ſich fortreißen. Wird der Faden zerſchnitten, ſo geht zwar jene nach dem Ende zu, läſt aber die in A zurück. Werden beyde, wie es die Figur darſtellt, in gleiche Entfernungen von A gebracht, ſo bleiben ſie beyde ſtehen, ſo ſchnell auch die Umdrehung ſeyn mag. Zerſchneidet man den Faden, ſo geht F nach C und E nach D.

Nimmt man ſtatt der elfenbeinernen Kugeln zwo gleich große meſſingene, die aber ſo ausgehöhlt ſind, daß ſich ihre Gewichte oder Maſſen wie 1 zu 2 verhalten, und

ſtellt ſie in gleiche Entfernung vom Mittel, ſo fliegt bey der Umdrehung die ſchwerere gegen das nächſte Ende und reißt die leichtere mit ſich fort. Stellt man aber die leichtere in eine doppelte, und die ſchwerere in eine einfache Entfernung vom Mittelpunkte, ſo bleiben beyde an ihren Stellen.

Füllt man in eine gläſerne Röhre flüßige Materien von verſchiedener ſpecifiſchen Schwere, z. B. Queckſilber, Waſſer und Luft, und befeſtiget dieſe Röhre verſchloſſen auf den Träger in einer ſchiefen Lage, wie aD, ſo wird bey ſchneller Umdrehung das Queckſilber den höchſten und die Luft den niedrigſten Platz in derſelben einnehmen.

Der Erfolg dieſer Verſuche ſtimmt vollkommen mit der im Artikel: Centralkräfte, angegebnen Theorie der Schwungkraft oder des Schwunges bey der Kreisbewegung überein. Dieſe Schwungkraft iſt, als bewegende Kraft betrachtet, $= \frac{Mc^2}{2ga}$; ſie verhält ſich alſo ſtets, wie $\frac{Mc^2}{a}$, oder, was eben ſo viel iſt, wie $\frac{Ma}{t^2}$; oder hier, wo die Umlaufszeit t der auf dem Träger befindlichen Körper der Umlaufszeit des Trägers ſelbſt gleich, und alſo für den einen eben ſo groß, als für den andern, iſt, wie Ma, oder wie das Product der Maſſe in die Entfernung vom Mittelpunkt. Man wird bey allen angeführten Verſuchen finden, daß derjenige Körper den andern überwindet oder nach ſich ziehet, bey welchem dieſes Product größer, als bey dem andern, iſt, und daß diejenigen Körper einander nicht bewegen, bey welchen die Producte der Maſſe in die Entfernung vom Mittel gleich ſind, oder bey welchen die Entfernungen vom Mittel ſich umgekehrt, wie die Maſſen, verhalten.

Bey dem Verſuche mit der Glasröhre, welche Flüſſigkeiten von verſchiedenen ſpecifiſchen Schweren enthält, bewegen ſich zwar die leichtern Materien mit größerer Geſchwindigkeit; aber die Schwungkraft der ſchwereren wird

wegen ihrer beträchtlichen Maſſe in einem weit größern Verhältniſſe verſtärkt. So treibt die erſte ans Waſſer grenzende Lage des Queckſilbers das Waſſer aus der Stelle, ihr folgt die zweyte nach u. ſ. f., bis endlich die ſchwerſte Materie an die äußerſten Theile des Umkreiſes gedrungen iſt.

Man hat Vorrichtungen angegeben, durch welche ſich auch elliptiſche Bewegungen auf der Centralmaſchine hervorbringen laſſen. Sie ſind aber nichts, als phyſikaliſche Spielwerke, und die Geſtalt der Bahn wird dabey durch Mittel erhalten, die über die Natur der elliptiſchen Centralbewegungen nicht das geringſte Licht verbreiten können.

Nollet Leçons de phyſique experimentale, Paris 1753. 8. To. II. Leç. 5. Sect. 2.

Centrifugalkraft, Vis centrifuga, *Force centrifuge*. Man giebt dieſen Namen einer Kraft, mit welcher bey Centralbewegungen der Körper ſich ſtets vom Mittelpunkte des Krümmungskreiſes zu entfernen ſtrebt. Sie wird auch Schwungkraft genannt. Es iſt eigentlich ein Theil der Bewegung, welche der Körper im vorhergehenden Zeittheile hatte, und im folgenden ſeiner Trägheit wegen fortſetzt. Mehr hievon ſiehe bey den Worten: Centralkräfte, Schwungkraft.

Newton, der bey den Centralbewegungen nur einer Kraft, nemlich der Centripetalkraft, gedenkt, verſteht an einer andern Stelle (Princ. L. II. Prop. 23.) unter Centrifugalkräften diejenigen, mit welchen ſich die Theile elaſtiſcher Flüßigkeiten abſtoßen, oder von einander zu entfernen ſtreben.

Centripetalkraft, Vis centripeta, *Force centripete*. Die Kraft, welche bey Centralbewegungen den Körper ſtets nach einem gewiſſen Punkte, dem Mittelpunkte der Kräfte, treibt, ſ. Centralbewegung, Centralkräfte. Sie läſt ſich nach den Regeln der Zerlegung der Kräfte in zwo Theile zerlegen, in eine Tangential-

kraft, die entweder mit der Richtung der Bahn des Körpers zuſammenfällt, oder dieſer Richtung gerade entgegen geht, und eine **Normalkraft**, welche auf die Bahn ſenkrecht gerichtet iſt. Jene verſtärkt oder vermindert die vorige Geſchwindigkeit des Körpers, dieſe krümmt ſeine Bahn an jeder Stelle. Das Geſetz, nach welchem die Centripetalkraft von der Entfernung des Körpers vom Mittelpunkte der Kräfte abhängt, beſtimmt die Natur der Curve, in welcher der Körper getrieben wird. Bey der Kreisbewegung iſt die Centripetalkraft in allen Stellen gleich groß; auch iſt ſie hier ganz Normalkraft, und wirkt nur auf Krümmung des Wegs, nicht auf Geſchwindigkeit. Bey den Bewegungen der Himmelskörper in Ellipſen verhält ſie ſich umgekehrt, wie das Quadrat der Entfernung vom Mittelpunkte der Kräfte, bekömmt den Namen der **Gravitation** oder **allgemeinen Schwere**, und wird als eine Gattung der Attraction angeſehen.

Centrobaryſch, Centrobarycum, *Centrobaryque*. Was ſich auf den Schwerpunkt der Körper bezieht, oder aus Betrachtung deſſelben hergeleitet wird. In der Geſchichte der Geometrie iſt unter dem Namen der **centrobaryſchen Methode** eine Regel bekannt, den Inhalt der Flächen und Körper zu finden, indem man die Linien und Flächen, durch deren Bewegung ſie erzeugt werden, in den Weg multiplicirt, den ihr Schwerpunkt bey dieſer Erzeugung nehmen muß. Dieſe Regel, deren ſchon **Pappus** (Praef. ad lib. VII. Collect. math.) gedenkt, iſt von dem Jeſuiten **Guldin** (De centro grav. Vindob. 1635. fol.) weiter ausgeführt, durch die Integralrechnung aber völlig entbehrlich gemacht worden.

Centrum, ſ. **Mittelpunkt**.

Centrum gravitatis, ſ. **Schwerpunkt**.

Chryſtallen. Dies iſt ohne Zweifel die gehörige Rechtſchreibung dieſes von dem griechiſchen χρυος, glacies, entſprungnen Wortes. Bey der jetzigen Gewohnheit, auf Etymologien nicht mehr zu achten, möchte es hier nicht geſucht werden. Man ſ. daher **Kryſtallen**.

Chryſtalliſation, ſ. Kryſtalliſation.

Chymie, Chemie, Chymia, Chemia, *Chymie*. Dieſen Namen führt die Lehre von der Auflöſung der Körper in ihre Beſtandtheile, und ihrer Zuſammenſetzung aus denſelben, oder, wie es andere ausdrücken, von der Bearbeitung der Stoffe. Es iſt hiebey nicht von Theilung oder mechaniſcher Zertrennung die Rede, wobey die Theile mit dem Ganzen ſelbſt von einerley Beſchaffenheit ſind, ſondern von Zerlegung in ungleichartige Grundſtoffe, und anderweiter Zuſammenſetzung derſelben zu neuen Producten. Da in der Körperwelt ſolche Zerlegungen und anderweite Zuſammenſetzungen im Großen beſtändig vorgehen, und ſehr viele Naturbegebenheiten nicht anders als aus den Eigenſchaften und Wirkungen der Grundſtoffe auf einander erklärt werden können, auch am Ende alle vorhandene Stoffe und deren Wirkungen zu den Gegenſtänden der Naturlehre gehören, ſo ſieht man wohl, daß ſich keine gründliche Kenntniß der Natur ohne Chymie denken laſſe, daß vielmehr die ganze Chymie einen Theil der Phyſik ſelbſt ausmache.

Sie iſt jedoch faſt immer von der Phyſik getrennt, und als eine eigne Wiſſenſchaft behandlet worden; welche Abſonderung ſich auch durch die Weitläufigkeit des Gegenſtands vollkommen rechtfertigen läſt. Es iſt hiebey ſchwer, die Grenzen zu beſtimmen, welche man bey einer guten und zweckmäßigen Claſſifikation der Naturwiſſenſchaften zwiſchen Phyſik und Chymie zu ziehen hat. Naturgeſchichte, angewandte Mathematik und Chymie machen die Grundtheile der Phyſik aus, und wer ſie alle ganz von derſelben trennen wollte, würde für das, was er dann noch Phyſik nennen könnte, nichts, oder höchſtens einige unvollkommene oder übel verbundene Bruchſtücke übrig behalten. Wollte man auch vorſchreiben, mit dem Studium jener drey großen Abſchnitte den Anfang zu machen, und ſie dann in ihrem Zuſammenhange unter einander und in ihrer Verbindung zur Erklärung der Naturbegebenheiten unter dem Namen der Phyſik anzuwenden, ſo ſieht

wiederum dies im Wege, daß ſie ſelbſt eine der andern Hülfe bedürfen, da z. B. Mineralogie, als ein Theil der Naturgeſchichte nicht ohne Chymie, Chymie wiederum nicht ohne Naturgeſchichte und Lehren der angewandten Mathematik gründlich erlernt werden kan. Es ſcheint, daß wir noch jetzt zufrieden ſeyn müſſen, unſere Kenntniſſe der Natur ſelbſt durch Erfahrungen zu erweitern, bis einſt ein Mann von hellem Blicke und philoſophiſchem Geiſte den ganzen Schatz derſelben zu überſehen und in ſeine gehörigen Fächer zu ordnen vermögend ſeyn wird. Man kan nicht läugnen, daß die ältern Lehrbücher der Phyſik die Abſonderung der Chymie zu weit getrieben und faſt nichts als angewandte Mathematik vorgetragen haben. Die großen Erweiterungen, welche die neuere Phyſik dem jetzigen aufgeklärten Zuſtande der Chymie zu danken hat, mußten die Phyſiker auf dieſen Fehler aufmerkſam machen, und ſo haben einige, vorzüglich Herr Karſten (Anl. zur gemeinnützlichen Kenntniß der Natur, beſ. für angehende Aerzte, Cameraliſten und Oekonomen, Halle, 1783 8.), mehr Chymie mit dem Vortrage der Naturlehre zu verbinden geſucht, auch hat Herr Lichtenberg in der neueſten Ausgabe der Errlebenſchen Anfangsgründe die unentbehrlichſten Grundkenntniſſe aus der Chymie beygefügt. Man ſ. hierüber auch Hrn. Karſten Abhandlung (Vom eigenthümlichen Gebiet der Naturl. in den phyſ. chym. Abhandl. I Heft, Halle, 1786. 8. Num. 2.).

Man kan die Chymie in die reine, theoretiſche, welche von Zerlegung und Zuſammenſetzung der Stoffe an ſich handlet, und die angewandte praktiſche eintheilen, welche die Kunſt lehret, allerley für das menſchliche Leben nützliche Auflöſungen und Zuſammenſetzungen zu bewerkſtelligen. Die letztere läſt ſich wiederum in pharmacevtiſche, ökonomiſche, metallurgiſche Chymie u. dgl. abtheilen. Von der eitlen Kunſt der Alchymie iſt in einem beſondern Artikel geredet worden. Ueber den Urſprung und die Ableitung des Namens Chymie oder Chemie ſind die Meinungen ſehr getheilt. Man leitet ihn von χύμος, χέω, χῦμα, oder auch aus dem Arabiſchen

ab. Daß in den älteſten Zeiten ein Theil von Egypten Chemia geheißen hat, haben diejenigen wohl zu nützen gewußt, welche den Urſprung dieſer Wiſſenſchaft gern in Egypten finden möchten. Der Name kömmt zum erſtenmale beym Zoſimus vor (ſ. Wallerii chemia phyſica, Holm. 1760. 8. P. I. C. 2. §. 8.).

Die Geſchichte der Chymie iſt, was die älteſten Zeiten betrift, dunkler und ungewiſſer, als die Geſchichte irgend einer andern Wiſſenſchaft. Es iſt gewiß, daß man ſich ſchon ſehr frühzeitig im Beſitze verſchiedener Künſte befunden habe, welche einige chymiſche Kenntniſſe vorauszuſetzen ſcheinen. Bedürfniß und Nothwendigkeit mit Hülfe des Zufalls veranlaßten Erfindungen, aus welchen vollkomneres vernünftiges Nachdenken vielleicht erſt lange nachher die erſten Sätze der Wiſſenſchaft entwickelt hat. Man ſucht den Urſprung der wiſſenſchaftlichen Chymie insgemein bey den ältern Egyptiern, von deren bey den Griechen bekanntem Hermes oder Merkurius Triſmegiſtus die Chymie den Namen der hermetiſchen Philoſophie führet. Wahrſcheinlich hat ſich dieſe Kenntniß blos auf einige den Künſten nützliche Erſcheinungen und Sätze eingeſchränkt, ſo ſehr ſie auch von den Alchymiſten des mittlern Zeitalters gerühmt worden iſt, welche ihrer betrüglichen Kunſt durch ein vorgebliches Alterthum Anſehen zu verſchaffen ſuchten. Dieſe haben es freylich nicht unbemerkt gelaſſen, daß der in der Weisheit der Egyptier unterrichtete Moſes, um das güldene Kalb zu zerſtören und trinkbar zu machen, chymiſche Kenntniſſe gehabt haben müſſe, und daß Demokrit, dem die Alten ſo viel verborgne und wundervolle Wiſſenſchaften zuſchreiben, ein Schüler der egyptiſchen Prieſter geweſen ſey.

Es hat aber dieſe Wiſſenſchaft ſehr frühzeitig das Unglück gehabt, mit der Goldmacherey und andern mit Vorſatz unter den Schleyer des Geheimniſſes verſteckten falſchen Künſten vermiſcht und verwechſelt zu werden. Dieſe thörichten Beſtrebungen haben zwar manche gute Entdeckung veranlaſſet, aber doch den Fortgang der ächten Wiſſenſchaft ungemein verhindert, und alles, was ſich aus

alten und mittlern Zeiten von chymiſchen Erfindungen aufbewahret findet, in eine oft undurchdringliche Finſterniß gehüllt, durch welche nur hie und da ein ſchwacher Schein von Wahrheit durchſchimmert. Dahin gehören die dem Hermes untergeſchobnen Schriften nebſt den Werken oder Nachrichten von Syneſius, Zoſimus, den Arabern Geber und Rhazes, Roger Bacon († 1294), Raimund Lullus († 1315), Arnold von Villanova († 1313), Baſilius Valentinus aus dem funfzehnten und Iſaak Hollandus aus dem ſechszehnten Jahrhunderte. Man rechnet es ihnen als das gröſte Verdienſt an, daß ſie wenigſtens die Verſuche, die ihnen fehlſchlugen, deutlich erzählen, welche auf dieſe Art den lehrreichſten Theil ihrer Schriften ausmachen. Olaus Borrichius, ein bekannter Vertheidiger der Alchymie, hat ein Verzeichniß ſolcher Schriften (Conſpectus ſcriptorum chemicorum, Hafn. 1697. 4.) und Langlet du Fresnoy (Hiſtoire de la philoſophie hermetique, Paris 1742. To. III. 12.) eine ausführliche Geſchichte dieſes finſtern Theils der Chymie entworfen.

Theophraſtus Paracelſus († 1541) und Johann Baptiſt van Helmont († 1644) wandten die Chymie vorzüglich auf die Arzneykunſt an, und haben derſelben bey aller der ausſchweifenden Thorheit, mit welcher ſie einer Univerſalmedicin nachſtrebten, dennoch nützliche Dienſte geleiſtet. Sie haben die Aerzte veranlaſſet, den Nutzen der Chymie anzuerkennen, und aus ihren Bereitungen neue und wirkſame Heilmittel zu entlehnen.

Inzwiſchen waren die praktiſchen Künſte des Bergbaues, der Metallurgie, Glasbereitung u. ſ. w. auf dem zwar langſamen und ſtillen, aber ſichern Wege der Erfahrung und Ueberlieferung bis zu einer nicht unbeträchtlichen Stufe geſtiegen. Der wieder erweckte Geſchmack an den nützlichen Wiſſenſchaften bewog einige einſichtsvolle Männer zu dem Wunſche, ſo brauchbare Kenntniſſe für die Nachwelt ſchriftlich aufzuzeichnen. So entſtanden die Werke des Agricola (De re metallica, Baſil. 1546. fol.), **Erker** (Aula ſubterranea, oder Beſchreibung der

Sachen, ſo in der Tiefe der Erde wachſen, Prag 1574. fol.) und Neri (de arte vitraria, L. VII. Amſt. 1686. 12.). Durch dieſe Schriften kamen viele auf chymiſche Grundſätze leitende Handgriffe der Künſtler an den Tag. Selbſt die der Alchymie und den Geheimniſſen noch ergebnen Chymiker, wie Caſſius, Orſchall, Digby, Libavius, Borrichius, ſelbſt van Helmont, fiengen um dieſe Zeit an, ſich durch mehrere wichtige Erfahrungen und Entdeckungen auszuzeichnen. So wurden Materialien zu einem Gebäude geſammlet, deſſen Errichtung nur noch von geſchickten Baumeiſtern abhieng.

Um die Mitte des vorigen Jahrhunderts fieng man an, dieſes Gebäude vorzüglich in Deutſchland aufzuführen. Rolfink, Tachenius, Lemery entwarfen dazu die erſten Plane. Jacob Barner (Chymia philoſophica, Norib. 1689. 8.) führte nach ihrem Beyſpiele die meiſten Erſcheinungen der Chymie auf das Syſtem von Säuren und Alkalien zurück, und Bohn, Profeſſor der Arzneykunde zu Leipzig (Diſſert. phyſico-chemicae, Lipſ. 1685. 4.), lieferte einige ſchätzbare chymiſche Abhandlungen. Am meiſten aber haben ſich um dieſe Wiſſenſchaft Becher (Phyſica ſubterranea, Frf. 1669. 8. Oedipus chemicus, Frf. 1705. 12.) und Stahl (Gründliche Einleitung zur Chymie, Leipz. 1720. 8. Fundamenta chymiae dogmaticae et experimentalis, Norib. 1723. 4.) verdient gemacht. Beyde haben mit einem einzigen Blicke die unermeßliche Menge der chymiſchen Erſcheinungen überſehen, und eine Theorie daraus gezogen, die durch die neuern zahlreichen Entdeckungen nur immer mehr beſtätiget worden iſt. Der große Boerhaave (Inſtitutiones chemiae, Pariſ. 1724. 8. Elementa chemiae, Lugd. Bat. 1732. 4.) ſetzte hiezu noch ſeine vortreflichen Unterſuchungen des Pflanzenreichs, der Luft, des Waſſers und Feuers.

Von dieſen Zeiten hebt die ruhmvolle und glänzende Periode der Chymie an. Man hat ſich den Theorien der vorhingenannten großen Männer nicht blindlings überlaſſen, man hat vielmehr den Weg der Experimentalunterſuchung verfolgt, und iſt dieſer allein richtigen und ſichern

Führerin in der Chymie mit vorzüglicher Standhaftigkeit treu geblieben. Es iſt hier nicht der Ort, die Namen ſo vieler berühmten Chymiſten zu nennen, welche vornehmlich in Deutſchland, Frankreich und Schweden ſeit den letztern vierzig Jahren dieſe Wiſſenſchaft bereichert, und durch ſie nicht allein unſere Kenntniſſe erweitert, ſondern auch ſo manche neue Erſindungen und Erleichterungen für die Künſte an den Tag gebracht haben. Dieſe Erweiterungen der Wiſſenſchaft nehmen noch jetzt mit jedem Jahre zu, und es ſcheint erſt der Nachwelt vorbehalten, ein ſo beträchtliches Ganzes gehörig zu überſehen und zu ordnen.

Unter den vielen chymiſchen Lehrbüchern der Neuern reicht wohl keines an die Vollſtändigkeit des Macquerſchen Wörterbuchs (Dictionnaire de chymie, Paris 1766. To. III. 12. überſ. von Hrn. Pörner unter dem Titel: Allgemeine Begriffe der Chymie ꝛc. Leipz. 1768. 3 Th. gr. 8.), beſonders ſeitdem die zweyte ſehr vermehrte Auflage deſſelben von Herrn D. Leonhardi aufs neue in unſere Sprache überſetzt, und mit Anmerkungen und ſorgfältigen Nachträgen der neuern Schriften und Entdeckungen bereichert worden iſt (Macquers chymiſches Wörterbuch mit Anm. und Zuſ. von D. J. G. Leonhardi, Leipzig 1781—1785. 6 B. gr. 8.). Bey dem jetzigen ſchnellen Fortgange der chymiſchen Entdeckungen aber werden auch die fleißigſten Sammlungen dieſer Art in wenigen Jahren unvollſtändig, und die italiäniſche Ueberſetzung dieſes Macquerſchen Werks durch Scopoli (Venedig, 1784.) iſt durch neuere Zuſätze, die zum Theil von Volta herrühren, bereits zu zehen Bänden angewachſen. Um das neueſte von Zeit zu Zeit zu erfahren, dienen die ſchätzbaren Journale des Herrn Crell (Chemiſches Journal, 1—6 Th. 1778—1781. Neuſte Entdeckungen in der Chemie, 1—12 Th. 1781—1784. Chemiſche Annalen, 1784.—1786. jährl. 12 Stück.), welche für eine Wiſſenſchaft, die faſt täglich neue Zuſätze gewinnt, ein völlig unentbehrliches Inſtitut ausmachen. Ich muß noch einiger guten Einleitungen in die Chymie, der Erxlebenſchen (Gött. 1774. 8.) und Weigelſchen (Greifswalde

1777. 8.) gedenken, deren letztere ſich vornehmlich durch ausführliche Verzeichniſſe der chymiſchen Schriften empfiehlt; doch fehlen in beyden einige wichtige erſt ſeitdem hinzugekommene Entdeckungen.

Von dem Nutzen der Chymie zu reden, iſt überflüßig. Es liegt am Tage, wie viel Licht ſie über die genauere Kenntniß der Natur verbreitet, und wie ſehr ſie den Fortgang der Künſte und die Bearbeitungen der Körper bisher befördert hat, und noch täglich befördert und erleichtert.

Clavier, elektriſches, *Clavecin electrique.* Ein elektriſches vom P. Laborde (Clavecin electrique, Paris 1761. 8.) angegebnes Spielwerk, wobey durch eine gewöhnliche Claviatur mit Hülfe der Elektricität ſilberne oder metallne Glocken angeſchlagen werden.

Ein an ſeidnen Schnüren iſolirter eiſerner Stab trägt Glocken von verſchiedenen Tönen. Für jeden Ton ſind zwo gleichgeſtimmte Glocken da, deren eine an einem Metalldrathe, die andere an einer ſeidnen Schnur vom Stabe herabhängt, zwiſchen beyden hängt ein Klöppel ebenfalls an einem ſeidnen Faden herab, wie beym gewöhnlichen elektriſchen Glockenſpiele, ſ. Glockenſpiel. Von der letztern an der ſeidnen Schnur hängenden Glocke geht ein Drath herab, der ſich unten in einen Ring endigt, in welchen ein kleiner eiſerner auf einem iſolirten eiſernen Stabe ruhender Hebel eingreift. Werden nun beyde Stäbe elektriſirt, ſo theilen ſie ihre Elektricität allen Glocken mit, und die Klöppel hängen ruhig. Drückt man aber eine Taſte der Claviatur nieder, ſo wird der mit ihr verbundne Hebel an einen eiſernen nicht-iſolirten, oder mit der Erde verbundenen, Stab angedrückt, und dadurch die Elektricität der einen Glocke augenblicklich abgeleitet. Der nun zwiſchen einer elektriſirten und einer nicht-elektriſirten Glocke befindliche Klöppel fängt ſogleich zu ſpielen an, und erregt durch das ſchnelle Anſchlagen an beyde gleichgeſtimmte Glocken einen Ton, der dem Tremulanten der Orgel ähnlich iſt, und ſo lang anhält, als der Finger auf der Taſte liegt. Durch Aufhebung des Fingers fällt der

Hebel auf den elektriſirten und iſolirten Stab zurück, und das Anſchlagen hört ſogleich auf. Man ſieht leicht, daß ſich ein ſolches Inſtrument, wie ein gewöhnliches Clavier, ſpielen laſſe.

La Fond Dictionn. de phyſique, Art. *Clavecin electrique.*

Clima, ſ. Klima.

Coaguliren, ſ. Gerinnung.

Cohäſion, Zuſammenhang, Cohaeſio ſ. Cohaerentia corporum, *Cohéſion ou Cohérence des corps.* Dieſen Namen führt das allgemeine Phänomen der Attraction in dem beſondern Falle, wenn die ſich berührenden Theile eines und ebendeſſelben Körpers (bisweilen auch zweener verſchiedenen Körper) ſo verbunden ſind, daß eine Kraft nöthig iſt, um ſie zu trennen. So hängen die Theile eines Metalldraths ſo feſt zuſammen, daß es einer beträchtlichen Gewalt, eines ſtarken angehangnen Gewichts, bedarf, um ſie zu trennen und den Drath zu zerreißen. Auch die Theile flüßiger Materien hängen zuſammen, und laſſen ſich nicht ohne Aufwendung einiger Kraft trennen; doch iſt dieſer Zuſammenhang weit geringer, als bey den feſten Körpern; eine kleine Menge von Theilchen eines flüßigen Körpers iſt ſchon durch ihr eignes Gewicht allein vermögend, ſich in Geſtalt eines Tropfens von dem Ganzen loszureißen. Körper, deren Theile ſehr feſt zuſammenhängen, und der Kraft, die ſie trennen oder ihre Lage ändern will, ſtark widerſtehen, heißen harte Körper; andere, deren Theile ſich leichter trennen und in andere Lagen bringen laſſen, heißen weiche, und in einem beſondern Falle elaſtiſche Körper, ſ. dieſe Worte.

Von der Urſache des Zuſammenhangs der Körper wiſſen wir gar nichts, und wenn ich ihn hier mit Newtons Schülern Attraction nenne, ſo iſt meine Meinung nicht, ihn aus der Attraction, als einer phyſiſchen Urſache, zu erklären; vielmehr brauche ich das nicht ganz bequem gewählte Wort Attraction nur dazu, um mehrere ähnliche Phänomene, die ſich in verſchiedenen Fällen äußern, mit einem allgemeinen Namen belegen zu können. Streben

nach Annäherung und Widerſtreben gegen Trennung ſind doch an ſich ſo identiſche Phänomene und ihrer Natur nach ſo unzertrennlich mit einander verbunden, daß man ſie nothwendig zu einerley Claſſe von Erſcheinungen rechnen muß, ſie mögen ſich nun an Körpern, die weit von einander entfernt ſind, oder an nahen Körpern, oder an den ſich berührenden Theilen eines und ebendeſſelben Körpers zeigen. Legt man dieſer Claſſe von Phänomenen überhaupt den Namen Attraction bey, ſo kömmt er auch jedem beſondern Falle, mithin auch der Cohäſion oder dem Widerſtande zu, den die Theile der Körper ihrer Trennung entgegenſetzen. Hiemit wird über die Urſache der Cohäſion nichts entſchieden; ſie wird blos als ein unläugbares Phänomen der Körper angeſehen, ſ. Attraction.

Da der Zuſammenhang der Körper, wovon ihre Härte und Feſtigkeit abhängt, ein ſo wichtiges Phänomen iſt, ohne welches die ganze Körperwelt ein unförmliches Chaos bleiben würde, ſo hat es freylich an Hypotheſen über die Urſache deſſelben nicht gefehlet. Die Peripatetiker ſahen Härte und Zuſammenhang als eine Qualität der zweyten Ordnung, d. i. als eine Wirkung an, welche von der Trockenheit, einer Qualität der erſten Ordnung, als ihrer Urſache, herrühre. Andere haben einen Leim zwiſchen den kleinen körperlichen Theilen, oder wohl gar Häkchen, mit denen ſie in einander greifen, angenommen. Dabey bleibt die Hauptfrage ſelbſt, was die Urſache des Zuſammenhangs in dieſem Leime oder Häkchen ſey, unbeantwortet; ſolche Erklärungen werden auch niemand zum Beyfall reizen. Galilei ſuchte den Zuſammenhang der Körper durch die Kraft der Leere zu erklären.

Descartes ((Princ. Philoſ. P. II. §. 55.) erklärt die Härte und den Zuſammenhang der feſten Körper für nichts weiter, als Ruhe der Theile, da hingegen die Theile der flüßigen Körper nach ihm in einer beſtändigen Bewegung ſeyn ſollen. Da aber in der Ruhe keine beſondere Kraft liegen kan, ſo begreift man hieraus nicht, warum es ſo ſchwer ſey, einen Drath zu zerreißen, oder ſeine Theile zu trennen, da es doch ſehr leicht iſt, den ganzen Drath zu

bewegen. Ueberdies hängen auch flüßige Körper zuſammen, ja ſogar feſte, indem ihre Theile in heftiger Bewegung ſind, z. B. ſchwingende Saiten, tönende Glocken, Metalle, indem ſie gehämmert werden, u. m.

Jacob Bernoulli (De gravitate aetheris, Amſt. 1683. 8. und in ſ. Opp. To. I. p. 45.) nimmt an, die Theilchen der Körper würden durch den Druck einer auf ſie wirkenden flüßigen Materie zuſammengehalten. Er nimmt zuerſt die Luft für dieſe Materie an. Dies iſt ganz falſch, weil der Zuſammenhang feſter Körper unter der Glocke der Luftpumpe nicht im mindeſten geſchwächt wird. Bernoulli ſelbſt findet am Ende die Luft unzulänglich, und dies als einen Beweis für das Daſeyn eines Aethers an, einer äußerſt feinen, flüßigen und elaſtiſchen Materie, welche auf Theile, die ſich genau berühren, zwiſchen denen ſie ſich alſo nicht aufhalten könne, nur von außen her wirke, und ſie zuſammendrücke. Habe ein Körper viel Zwiſchenräume, und verſtatte alſo dem Aether, in das innere zu dringen und durch einen Gegendruck von innen heraus entgegen zu wirken, ſo ſey der Zuſammenhang ſchwächer; werde endlich der innere Gegendruck eben ſo ſtark, als der Druck von außen, ſo ſey der Körper flüßig. Winkler (Anfgr. der Phyſik, §. 642 u. f.) berechnet hieraus, daß die Elaſticität des Aethers 1912mal ſtärker als die Elaſticität der Luft ſeyn müſſe, um einem küpfernen Drathe von $\frac{1}{10}$ Zoll Durchmeſſer, der, um zerriſſen zu werden, 299 Pfund Gewicht erfordert, ſeine Feſtigkeit zu geben.

Newton ſelbſt ſcheint dieſer Hypotheſe nicht ganz abgeneigt geweſen zu ſeyn; wenigſtens hat er das Wort Attraction nie in dem Sinne genommen, daß dadurch eine innere der Materie weſentliche Kraft verſtanden werden ſollte, welche jede fernere vielleicht im Stoß oder Druck eines äußern flüßigen Mittels liegende Urſache gänzlich ausſchlöſſe. Man findet ſeine Aeußerungen hierüber bey den Worten: *Attraction*, *Aether*. Es bleibt aber immer unerklärbar, wie eine Materie, die alle Zwiſchenräume der Körper durchdringen ſoll, einen ſo ſtarken Ueberſchuß des Drucks von außen über den Gegendruck von innen be-

wirken könne; und was gewinnt man am Ende durch eine ſolche Erklärung, die immer noch eine weitere neue Urſache vorausſetzt, und die Frage übrig läſt, woher denn nun die Elaſticität des Aethers komme, wobey derjenige, der ſie aus einer Repulſion der Aethertheilchen herleiten will, gleiche Schwierigkeiten gegen ſich hat mit dem, der den Zuſammenhang aus einer Attraction der Theile des Körpers zu erklären denkt? Mich däucht, es iſt weit beſſer, gerade heraus zu ſagen, daß wir von der Urſache des Zuſammenhangs, ſo wie von der Urſache der Affinität, Adhäſion, Schwere ꝛc. gar nichts wiſſen.

Es iſt alſo hier nichts zu thun, als auf dem Wege der Erfahrung fortzugehen, und zu verſuchen, ob man wenigſtens die Geſetze der Cohäſion ſo beſtimmt entdecken könne, als Newton das Geſetz der Gravitation entwickelt hat. Daß beyderley Geſetze von einander verſchieden ſeyn müſſen, hat Newton, wie ſchon bey dem Worte: Attraction, angeführt iſt, ſehr wohl erkannt, und daher Attraction bey der Berührung von der in größern Entfernungen ſehr ſorgfältig unterſchieden. Er vermuthet, daß die kleinſten Theilchen der Materie am ſtärkſten zuſammenhangen, und dadurch größere Theile von ſchwächerm Zuſammenhange, dieſe aber wiederum noch größere von noch ſchwächerm Zuſammenhange u. ſ. f. ausmachen, bis die Reihe mit den gröbern Theilchen aufhöre, von welchen die chymiſchen Operationen und die Farben der Körper abhangen, welche Theilchen durch ihre Verbindung erſt Körper von einer in unſere Sinne fallenden Größe ausmachen. Vielleicht hängt von dem Grade der Zertrennung der Materie in ſolche feinere oder gröbere Theilchen die Feſtigkeit und Flüßigkeit, Feuerbeſtändigkeit und Flüchtigkeit der Körper ab. (*Newtoni* Optice ed. Clarkii, Lond. 1706. 4. qu. 23. p. 337. ſqq.)

Man hat über den Zuſammenhang der Körper bereits eine zahlreiche Menge ſchöner und nützlicher Verſuche angeſtellt. Muſſchenbroek (Introd. ad cohaerent. corporum firmorum in Diſſ. phyſ. exper. Lugd. Bat. 1729. 4.) hat bey einer großen Menge von Körpern, Metallen,

Hölzern, Tüchern, Fellen, Saiten, Knochen ꝛc. die Stärke des Zuſammenhangs ihrer Theile unterſucht. Er nennt den Widerſtand, den ein Körper der Kraft entgegenſetzt, die ſeine Theile nach der Länge oder in gerader Linie aus einander reißen will, den abſoluten, und den Widerſtand gegen eine Kraft, die auf die Longitudinalfibern ſenkrecht wirkt (die z. B. einen hölzernen Stab quer durch zerbrechen will), den reſpectiven Zuſammenhang. Ueber die Stärke des Holzes hat auch Buffon (Mém. de Paris 1740. 1741. Hamburg. Magazin, V. B. S. 506.) viele Verſuche angeſtellt. Die Stärke des abſoluten Zuſammenhangs der Metalle zeigt folgende aus Muſſchenbroek entlehnte Tabelle.

Gegoſſene Parallelopipeda, wovon jede Seite $\frac{17}{100}$ Zoll hielt, riſſen

von deutſchem Eiſen von	1930	Pfunden
von feinem Silber - -	1156	
von ſchwediſchem Kupfer -	1054	
von feinem Golde - -	578	
von japaniſchem Kupfer -	573	
von engliſchem Zinne - -	150—188	
von reinem Zinne aus England	110	
— — — aus Bancas	104	
— — — aus Malacca	91	
von Wißmuth - -	85—92	
von goslariſchem Zink - -	76—83	
von Spießglaskönig - -	30	
von engliſchem Bley -	25	

Compoſitionen von verſchiedenen Metallen hängen bald ſtärker, bald ſchwächer zuſammen, als die gemiſchten Metalle ſelbſt; durch Schlagen wird der Zuſammenhang der Metalle verſtärkt, durch zu vieles Schlagen aber auch wieder vermindert. Die Tücher werden durch das Walken faſt noch einmal ſo ſtark, als ſie vorher waren. Alle Fäden und Stricke ſind um ſo viel ſtärker, aus je feinern Fäden ſie zuſammengeſetzt und je weniger ſie gedrehet werden.

Es ſcheint ſich aus den bisherigen Beobachtungen und Verſuchen der Grundſatz zu ergeben: daß der Zuſammenhang deſto ſtärker ſey, je größer die Menge der Berührungspunkte iſt. Wenigſtens trift dieſer Satz bey zween verſchiedenen Körpern zu, welche einander mit glatten Flächen berühren. Dieſe hängen jederzeit deſto ſtärker zuſammen, je glätter die Flächen ſind, oder je ſtärker man durch andere Mittel die Menge der Punkte, an welchen ſie ſich berühren, vermehrt hat.

Man nehme z. B. zween maſſive Cylinder von Bley, deren Durchmeſſer etwa 2 Lin. beträgt, ſchabe mit einem ſcharfen Meſſer die Grundfläche glatt, und drücke ſie mit einiger Wendung zuſammen. Sie werden ſogleich an einander anhangen, und man wird bis über 20 Pfund Gewicht brauchen, um ſie aus einander zu reißen. Noch feſter verbinden ſie ſich, wenn man eine flüßige Materie zwiſchen die Grundflächen bringt, welche die noch rauhen Theile ausfüllt und die Berührungspunkte vermehret. Man weiß, daß die erdigten Theile der Pflanzen durch eine ölichte Materie verbunden ſind, die ſie nicht durchs Trocknen oder Kochen, wohl aber durchs Verbrennen verlieren. Daher ſcheint auch der Zuſammenhang, der ſich beym Trocknen und Kochen nicht verliert, durch die Verbrennung aufgehoben zu werden. Knochen, im Papiniſchen Digeſtor gekocht, werden ſehr weich und zerbrechlich, in Oel getaucht aber erhalten ſie ihre vorige Conſiſtenz wieder.

Muſſchenbroek nahm Cylinder von verſchiedenen Metallen, deren Durchmeſſer $1\frac{1}{12}$ rheinländ. Zoll betrug, tauchte ſie mit ihren Grundflächen in geſchmolzenes Pech, ſetzte ſie dann an einander und ließ ſie erkalten. An jedem Cylinder war ein eiſerner Haken, durch welchen ein $\frac{3}{10}$ Zoll dicker Ring gieng. Er hieng den einen Cylinder an ſeinem Ringe auf, und brachte an den Ring des untern Gewichte. Die meſſingenen Cylinder hielten eine Laſt von 1400 Pfunden, wovon Ringe und Haken abriſſen, die Cylinder aber beyſammen blieben (Introd. ad cohaerent. corp. firm. c. I. §. 5.).

Die meiſten Naturforſcher ſehen dieſe ſtarke Cohäſion bey Vermehrung der Berührungspunkte, beſonders durch dazwiſchen gebrachte Flüßigkeiten, als die Urſache der Bildung der Steine an. In einer Sandſchicht berühren ſich die Körner an wenigen Stellen, und würden ſo vielleicht Jahrhunderte lang unverändert Sand bleiben. Man ſetze aber, daß ſich Waſſer durch dieſe Schicht durchſeihe. Dies führt kleinere Körner zwiſchen die großen, und noch kleinere zwiſchen jene, vermehrt die Berührungspunkte, und mit Ablauf der Zeit wird die ganze Maſſe Stein, ſ. **Verſteinerung**. Auf eine ähnliche Art bereiten wir unſer **Mauerwerk**. Wir vermiſchen den Sand mit Kalch, welchen das Waſſer zwiſchen die Sandkörner führt, und, wenn das Waſſer verdünſtet, eine Menge Berührungspunkte giebt: dieſer verſteinerte Sand hängt ſich aus gleicher Urſache an die Steine und Ziegeln, und verbindet das Ganze. Wenn eine Mauer wohl zubereitet und an Erdreich gelehnt oder dick iſt, daß die Feuchtigkeit eindringen und in ihre kleinen Zwiſchenräume noch feinere Materie führen kan, ſo wird ſie mit der Zeit ſo feſt, wie Fels. Vielleicht hat der Mörtel der Alten ſeine große Feſtigkeit blos der Zeit zu danken. Was hier die Kunſt bewirkt, thut auch die Natur; die **Breccia** oder das zuſammengebackne Geſtein iſt ein natürliches Mauerwerk.

Aus gleichen Gründen hängen polirte Glas- Metall- und Marmorplatten bey genauer Berührung mit einer Waſſerfläche und unter einander ſelbſt zuſammen; auch dann noch, wenn man ein Haar oder einen ſeidnen Faden dazwiſchen legt. Im Gegentheil kan man das Zuſammenhängen zweener Körper, die ſich genau berühren, dadurch verhindern oder ſchwächen, daß man einen andern dazwiſchen bringt, der ſie von einander entfernt hält, und beyde ſelbſt nur in wenigen Punkten berührt. Aus dieſem Geſetz der Cohäſion erklären ſich auch viele in den Künſten bekannte Verbindungsmittel, das Leimen, Kütten, Löthen, Zuſammenſchweißen u. dgl.

Muſſchenbroek introductio ad cohaerentiam corporum firmorum in ej. Diſſ. phyſicis, Lugd. Bat. 1729. 4 maj. p. 423.

de Lüc Briefe über die Geſchichte der Erde und des Menſchen, a. d. Frz. Leipz. 1784. gr. 8. Th. I. 18. Brief.

Coluren, ſ. Koluren.

Cometen ſ. Kometen.

Compact, Compactum, *Compacte*. Man nennt einen Körper compact, wenn in den Raum, den er einnimmt, viel Materie zuſammengedrängt iſt, deren Theile ſich alſo nahe bey einander befinden, und wenig leere Zwiſchenräume zwiſchen ſich laſſen. Dieſes Wort drückt alſo einen relativen Begrif aus. Man kan nemlich keinen Körper an ſich compact oder nicht compact nennen, man kan nur ſagen er ſey mehr oder weniger compact, als andere. Die Phyſiker ſind geneigt zu glauben, daß ſich in dem Volumen jedes Körpers mehr leerer Zwiſchenraum, als wirkliche dem Körper eigne Materie befinde, ſ. Zwiſchenräume der Körper. Uebrigens iſt compact eben ſo viel als ſehr dicht, von ſtarker ſpecifiſcher Schwere, ſ. Dicht, Dichtigkeit, Schwere, ſpecifiſche.

Compaß, Bouſſole Magnetkäſtchen, Pyxis magnetica, Verſorium, *Bouſſole, Compas de route*. Eine Veranſtaltung zu Beſtimmung der Weltgegenden mit Hülfe der Magnetnadel. Iſt ſie zum Gebrauch der Seefahrenden eingerichtet, ſo heißt ſie insbeſondere der Seecompaß, Pyxis nautica, *Compas de mer*.

Von der Eigenſchaft des Magnets und der damit beſtrichenen Nadeln, ſich nach der Mittagslinie, jedoch mit einiger Abweichung, zu richten, welche Eigenſchaft man insgemein die Polarität nennt, und deren Kenntniß die heutige Schiffahrt ſo weit über die alte erhebt, ſ. die Art. Magnet, Magnetnadel, Abweichung der Magnetnadel. Die Alten, ſo gut ſie auch den Magnet kannten, hatten doch dieſe ſo nutzbare Eigenſchaft deſſelben nicht bemerkt. Sie reden nie davon; ſelbſt an Stellen, wo ſie die natürlichſte Veranlaſſung dazu hatten, und die ganz eigentlich von dem Sonderbaren des Magnets handeln (z. B. Plin. Hiſt. nat. XXXVI. 16.), gedenken ſie blos ſeiner Anziehung des Eiſens und der Mittheilung ſeiner

Kraft an daſſelbe. In einer dem Ariſtoteles zugeſchriebenen Stelle, welche Vincent von Beauvais (Speculum hiſt. To. II. L. 8. c. 19.) und Albert Grot (Albertus Magnus libr. de mineralibus) anführen, wird zwar der Richtung des Magnets und der Nadeln gedacht; aber die Schrift, welche dieſe Stelle enthält, iſt ohne Zweifel untergeſchoben und erſt ſeit dem 13ten Jahrhunderte bekannt. Der Mangel dieſer Kenntniß nöthigte die Alten, ihre Schiffahrt auf die Nachbarſchaft der Küſten einzuſchränken; wenn ſie dieſe aus den Augen verlohren, ſo blieben Sonne und Geſtirne ihre einzigen Wegweiſer, die ihnen der geringſte Wechſel der Witterung entziehen konnte.

Die Entdeckung der Richtung des Magnets fällt ganz unſtreitig in die dunkelſte Periode des mittlern Zeitalters. Eben dieſer Dunkelheit wegen mangeln uns alle Nachrichten von der eigentlichen Zeit und dem Urheber derſelben, deſſen Name wohl aufbehalten zu werden verdient hätte, da ſeine Entdeckung durch die Beförderung der Schiffahrt ſo wichtige Einflüſſe auf die Schickſale der Völker gehabt hat. Aller Wahrſcheinlichkeit nach iſt ſie ſchon einige Zeitlang im Gebrauch geweſen, ehe man ihrer in irgend einer Schrift gedacht hat. Man führt als die erſte Erwähnung derſelben folgende Verſe aus des Guyot von Provins (eines Dichters, der ſich im Jahre 1181 mit bey dem Hoflager Kaiſers Friedrichs I. zu Mainz befand) Roman von der Roſe an:

Icelle étoile ne ſe muet,
Un art font, qui mentir ne puet
Par vertu *de la Marinette*
Une pierre laide, noirette,
Où le fer volontiers ſe joint,

wo die Beylegung des Namens Marinette einen ſchon ſeit einiger Zeit gemachten Gebrauch zur Schiffahrt anzuzeigen ſcheint. Dennoch nennen die meiſten als den Erfinder des Seecompaſſes erſt den Flavio Gioia, oder nach andern Giri, der aus Amalfi im Neapolitaniſchen gebürtig war, und um den Anfang des vierzehnten Jahrhunderts lebte.

Es kan ſeyn, daß dieſe Erfindung nach und nach mehrere Fortſchritte gemacht, und durch dieſen Italiäner erſt einige Vollſtändigkeit erhalten hat. Ohne Zweifel hat man zuerſt die Nadel auf Kork oder Strohhälme befeſtiget, und auf dem Waſſer ſchwimmen laſſen, ehe man darauf kam, ſie vermittelſt eines Hütchens ins Gleichgewicht auf einer Spitze zu ſetzen. Mehrere Nationen machen Anſprüche auf die Ehre, an dieſer wichtigen Erfindung etwas gethan oder verbeſſert zu haben. Die Italiäner rühmen ſich der Erfindung ſelbſt, die Engländer haben die ſchwebende Aufhängung des Seecompaſſes angegeben, von den Holländern kommen die bequemen Namen der Weltgegenden auf der Windroſe her, und die Franzoſen wollen der Nadel wenigſtens die Lilie, die man gewöhnlich an ihre Spitze ſetzet, gegeben haben.

Bey den Sineſern traten die erſten Europäer, die uns von ihren Reiſen dahin Nachrichten hinterlaſſen haben, die Magnetnadel bereits an. Dies hat einige veranlaſſet zu glauben, die Kenntniß derſelben ſey aus China zu uns gekommen.

Den Namen der Bouſſole hat ſie von dem Gehäus oder Büchschen, mit welchem ſie umſchloſſen wird, welches die Holländer Boxel nennen. Bouſſole heißt ein jedes mit einem Stift und einer darauf ruhenden Magnetnadel verſehenes Gehäus, zu welchem Gebrauch es auch immer beſtimmt ſeyn mag. Insbeſondere legt man bey uns dieſen Namen den zum Gebrauche der praktiſchen Geometrie dienenden uud mit einem Diopterlineal verſehenen Magnetgehäuſen bey, deren Einrichtung in Anleitungen zur praktiſchen Meßkunſt beſchrieben wird. Auch pflegt man an andern Werkzeugen der Feldmeßkunſt, den Winkelmeſſern, Meßtiſchen, Scheiben, ꝛc. kleine Bouſſolen anzubringen, um die Weltgegenden, nach welchen ſich die Hauptlinien richten, beſtimmen zu können. Iſt eine Bouſſole zu Beobachtung der Abweichung der Magnetnadel beſtimmt, ſo heißt ſie ein Declinatorium.

Ich werde hier eine kurze Beſchreibung des bey der Schiffahrt gewöhnlichen Seecompaſſes mittheilen, wor-

aus denn die Einrichtung des gemeinen Compaſſes, den man auf dem feſten Lande zu Beſtimmung der Weltgegenden gebraucht, von ſelbſt erhellen wird.

Man giebt der Magnetnadel des Seecompaſſes die einfache Geſtalt eines platten Rechtecks von willkührlicher Länge, das etwa $\frac{1}{10}$ Zoll breit und $\frac{1}{24}$ Zoll dick iſt. Die Ecken werden ſo abgeſtumpft, daß beyde Enden in einen ſtumpfen Winkel zulaufen. In der Mitte wird dieſe Nadel durchbohrt, und an den Umkreis der Oefnung ein hohler über die äußere Fläche der Nadel hervorragender Cylinder angeſetzt, der oben mit einem ausgehöhlten wohl polirten Achat geſchloſſen iſt.

Die Nadel wird zwiſchen zwo kreisrunde Scheiben von leichtem Pappendeckel oder Kartenpapier feſt eingeklebt. Dieſe machen nun die von den Schiffern ſogenannte **Windroſe** oder **Schifsroſe** aus, auf welche ein Stern gezeichnet wird, deſſen 32 Spitzen die Weltgegenden anzeigen, ſo, daß der Nordpol der Nadel mit dem Punkte **Norden** übereinſtimmt, ſ. **Windroſe**. Der Rand der Roſe wird, wie gewöhnlich, in 360 Grade getheilt. Wenn ſie auf den Stift geſetzt wird, der ſie trägt, ſo macht ſie viele Schwingungen, und kömmt, beſonders bey dem Schwanken des Schifs, ſehr ſpät in Ruhe. Um dies zu verhindern, ſetze man an ihre untere Fläche kleine Flügel von Pappe an, welche bey dieſer Bewegung von der Luft Widerſtand leiden, und das Ruhen der Roſe befördern. So wird ſie mit dem Stifte, auf welchem ſie aufliegt, in ein cylindriſches küpfernes Gehäuſe HIKL (Taf. V. Fig. 81.) geſetzt, deſſen innere Seite weiß angeſtrichen iſt. Dieſes Gehäuſe hat von außen an zwoen einander nach dem Durchmeſſer entgegenſtehenden Stellen zween Zapfen M, mit welchen es in dem Ringe NMO ſo hängt, daß es ſich frey in demſelben bewegen kan. Dieſer Ring ſelbſt hat, 90° weit von jenen Stellen, ebenfalls zween Zapfen DE, und ruht mit denſelben auf einem unterwärts gehenden Halbkreiſe PRQ, durch welchen bey R ein runder hoher Fuß durchgeht, um welchen ſich die ganze Vorrichtung frey drehen läſt. Durch Umdrehung

des Gehäuſes wird die Roſe nicht mit gedreht, weil die Polarität der Nadel ſie unbewegt erhält, auch hält ſie ſich durch dieſe Aufhängung in einem ſchwebenden Ringe bey allem Schwanken des Schifs ſtets in einer horizontalen Lage. Von außen wird der Fuß an den Boden befeſtiget, und das Gehäus oben mit einem Glasdeckel verſehen.

Wenn dieſer Compaß zu Beobachtungen des Azimuths der Sonne dienen ſoll, ſo werden an zwoen entgegengeſetzten Stellen des obern Randes der Büchſe Diopten angebracht, von deren Mitte auf der innern Fläche der Büchſe Perpendikularlinien herabgezogen ſind. Wollte man die Sonne blos im Horizonte beobachten, ſo würde es genug ſeyn, dieſe Diopten gleich hoch zu machen. Da aber genaue Beobachtungen im Horizonte wegen der Dünſte ſelten möglich ſind, und alſo das Azimuth in einiger Höhe genommen werden muß, ſo wird die eine Diopter viel höher, als die andere, gemacht. Man ſpannt von der hohen zur niedrigern einen Faden aus, der die Hypotenuſe eines über dem Durchmeſſer der Roſe vertical ſtehenden rechtwinklichten Dreyecks bildet. Die Bouſſole wird gedreht, bis der Schatten dieſes Fadens auf die Mitte der hohen Diopter fällt; alsdann zeigt der Grad der Windroſe, auf welchen die von der Diopter herabgehende Perpendikularlinie trift, den Abſtand des Verticalkreiſes der Sonne von dem magnetiſchen Mittagskreiſe, oder das magnetiſche Azimuth an. Iſt der Sonnenſchein nicht hell genug, um einen gehörig begrenzten Schatten zu geben, oder ſucht man das Azimuth eines Sterns, ſo muß man ſich des Viſirens durch die Diopten bedienen. Ein ſo eingerichtetes Inſtrument heißt ein Azimuthalcompaß.

Um ſich nun zu erklären, wie die Richtung des Schifs vermittelſt des Compaſſes erkannt und gelenkt werden könne, ſey (Taf. V. Fig. 82.) A das Vordertheil und RS das Hintertheil eines Schifs, AB der Kiel deſſelben. Es wird der den Seecompaß einſchließende Kaſten a b d e in einem beſondern gegen das Hintertheil des Schifs befindlichen Behältniſſe, der Steuermannshütte (*habitacle*), ſo geſetzt, daß der Mittelpunkt c genau über den Kiel AB, und

die Seite des Kaſtens be unter einem rechten Winkel mit AB zu ſtehen kömmt. An der innern Fläche des Gehäuſes ſind einander gegen über zween Punkte oder Striche bezeichnet, welche ebenfalls genau über dem Kiele AB liegen müſſen. In dieſer Lage wird der Compaß gewöhnlich befeſtiget, und heißt alsdann der Strichcompaß (*Compas de route*). Der Grad der Schifsroſe, auf welchen die gedachten Striche einſpielen, giebt alsdann den Winkel ncA an, unter welchem die Richtung des Kiels BA von dem magnetiſchen Meridian nc abweicht, und die dahin treffende Spitze des Sterns bezeichnet die Weltgegend, nach welcher der Kiel gekehrt iſt. Iſt dieſes nun gerade diejenige, nach welcher man mit vollem Winde fortzuſegeln wünſcht, ſo werden die Segel, wie MO, ſenkrecht gegen den Kiel gedreht, damit der Wind ſie nach der Richtung BA fortreibe.

Da aber der Wind nur ſelten ſo günſtig iſt, und oft von der Seite kömmt, ſo muß in ſolchen Fällen das Segel ſchief gegen die Richtung des Kiels geſtellt werden; alsdann wird aber das Schif von dieſer Richtung des Kiels ſeitwärts abgetrieben. Dieſe Abweichung wird durch den Variationscompaß beſtimmt, welcher kein anderer, als der im vorigen beſchriebene Azimuthalcompaß iſt. Das Schiff läſt durch ſeine ſchnelle Bewegung hinter ſich in in der See eine Art von Bahn zurück, nach welcher man durch die Dioptern dieſes Compaſſes viſiren, und dadurch die Weltgegend, nach der es wirklich getrieben wird, leicht beſtimmen kan. So zeigt der Strichcompaß ſtets die Richtung des Kiels, der Variationscompaß den wirklichen Lauf des Schifs an, und dieſe Data reichen hin, um in jedem Falle durch andere hieher nicht gehörige Vortheile der Schifkunſt den Lauf ſo, wie es erfordert wird, zu lenken.

Hiebey wird aber doch eine genaue Kenntniß der jedesmaligen Abweichung der Magnetnadel an dem Orte, wo man ſich befindet, vorausgeſetzt. Die Compaſſe ſelbſt geben die Weltgegenden nach dem magnetiſchen Meridiane an; ſie ſind alſo von den wahren Weltgegenden um dieſe

Abweichung verſchieden. Ich habe von den Mitteln, dieſelben auf der See zu finden, bereits bey dem Worte: Abweichung der Magnetnadel, geredet. Man wird leicht ſehen, daß der Variations- oder Azimuthalcompaß hiezu vorzüglich brauchbar iſt, weil er das magnetiſche Azimuth der Sonne und der Sterne angiebt, deſſen Unterſchied von dem wahren oder aus der geographiſchen Breite des Orts und der Höhe des Geſtirns berechneten, der Abweichung der Nadel gleich iſt.

Auf dem Lande wird die Magnetnadel gewöhnlich in ein rundes cylindriſches Gehäuſe von Meſſing eingeſchloſſen, welches oben mit einem Glasdeckel verſehen iſt, um die Nadel vor dem Winde ſicher zu ſtellen. Senkrecht auf den Boden des Gehäuſes erhebt ſich im Mittelpunkte ein ſpitziger Stift, auf welchem die Nadel mit einem Hütchen ruhet. An der innern Seitenwand des Gehäuſes wird parallel mit dem Boden deſſelben ein in 360° getheilter Ring befeſtiget, der mit der Magnetnadel in einer Ebne liegt. Auf dieſem Ringe zeigt die Richtung der Nadel den magnetiſchen Meridian, und die Abtheilung in Grade verſtattet leicht, daraus den wahren Meridian und die Lage der Weltgegenden zu finden, wenn die Größe der Abweichung bekannt iſt. Ein ſolches Inſtrument, mit einem Diopterlineal verſehen, welches mit dem durch 0° und 180° gehenden Durchmeſſer der Theilung parallel läuft, iſt eben dasjenige, ſo unter dem Namen der Bouſſole zu den Operationen der praktiſchen Geometrie gebraucht wird.

Muſſchenbroek Introd. ad Philoſ. nat. To. I. §. 967.

Bode kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde, Berlin 1778. II. Theil. §. 641—643.

Compreſſibilität, Compreſſibilitas, compreſſionis capacitas, *Compreſſibilité.* Die Fähigkeit der Körper, ſich durch eine hinreichende Kraft zuſammendrücken, d. i. in einen engern Raum bringen zu laſſen.

Wenn ſich ein Körper zuſammendrücken oder in einen kleinern Raum bringen läſt, als er in ſeinem natürlichen

oder gewöhnlichen Zuſtande einnimt, ſo ſetzt dies voraus, daß ſeine Beſtandtheile im gewöhnlichen Zuſtande einander nicht ſo nahe ſind, als ſie ſeyn können, daß ſich alſo zwiſchen ihnen Räume befinden, welche entweder leer oder mit einer flüßigen Materie, die ſich heraustreiben läſt, angefüllt ſind. Da nun alle bekannte Körper Zwiſchenräume haben, in welchen fremde Materien eindringen können, ſo läſt ſich vermuthen, daß alle Körper compreſſibel ſind, ob es gleich bey manchen einer ſehr ſtarken Kraft bedürfen möchte, um die Zuſammendrückung zu bewirken.

Körper, welche ſich, wenn die zuſammendrückende Kraft nachläſt, wieder in ihren vorigen Raum ausbreiten, heißen **elaſtiſch**; diejenigen, welche dies nicht thun, **weich**. Es folgt hieraus natürlich, daß allen elaſtiſchen und weichen Körpern Compreſſibilität zukomme.

Man hat ehedem den meiſten Liquoren, und insbeſondere dem Waſſer, die Compreſſibilität und Elaſticität abſprechen wollen. Die Verſuche der Akademie del Cimento in Florenz (Saggi di naturali Eſperienze, fatte nell'Academ. del Cimento, in Firenze. 1661. fol.) und des **Muſſchenbroek** (Tentamina experim. natural. captorum in acad. del Cim. Lugd. Bat. 1731. 4.) ſchienen auf dieſen Schluß zu leiten; aber neuere Verſuche von **Canton**, **Abich** und **v. Herbert** haben das Gegentheil gelehrt. Ich werde hievon bey dem Worte: **Waſſer**, umſtändlicher reden. Uebrigens ſcheint die Elaſticität der Liquoren ſchon daraus zu erhellen, weil ſie den Schall eben ſowohl, als feſte Körper, fortpflanzen.

Man kan alſo die Compreſſibilität als eine allgemeine Eigenſchaft aller Körper anſehen. Nur den erſten Beſtandtheilen der Körper, oder den Atomen, kan ſie abgeſprochen werden, in ſo fern man ſich in dieſen keine weitern Theile denkt, die einander mehr, als vorher, genähert werden könnten. Aber wir wiſſen von den Atomen ſo wenig, daß ſich von ihrer wahren Natur und ihren Eigenſchaften nichts mit Gewißheit behaupten läſt.

Compreſſion, ſ. Zuſammendrückung.

Compreſſionsmaſchine, Machina comprimens ſ. condenſatoria, *Machine de compreſſion ou de condenſation.* Eine Maſchine zur Zuſammendrückung oder Verdichtung elaſtiſcher flüßiger Materien.

Die mit Hähnen verſehenen Luftpumpen laſſen ſich alle auch zur Verdichtung der Luft unter einer Glocke oder in verſchloßnen Gefäßen gebrauchen; wie bey dem Worte Luftpumpe umſtändlich gezeigt werden ſoll. Smeatons Luftpumpe hat zwar Blaſenventile, aber zugleich auch einen Hahn, durch deſſen verſchiedene Stellung man ſie entweder als Luftpumpe, oder als Compreſſionsmaſchine gebrauchen kan.

Man hat aber auch auf den Fall, da ein Phyſiker mit keiner Luftpumpe dieſer Art verſehen wäre, beſondere Compreſſionsmaſchinen zur Zuſammendrückung der Luft angegeben. Galilei hat dazu ſchon eine Spritze gebraucht, die man an das Gefäß an= und abſchrauben kan. Hawksbee hat zuerſt eine eigne Compreſſionsmaſchine angegeben, in welcher der Kolben durch eine bezahnte Stange vermittelſt eines Stirnrads hin und hergewunden wird (ſ. Wolfs nützl. Verſuche, 3ter Theil, Cap. I.). Nollet (Art des expériences, To. III. p. 10. ſq.) ſchlägt dazu ein kupfernes Rohr CD (Taf. V. Fig. 83.) vor, deſſen beyde Enden D und C aufwärts gebogen ſind. Bey c befindet ſich eine hole 7—8 Lin. lange Schraube, um einen Teller, eine Kugel oder ein anderes mit einem Hahne verſehenes verſchloſſenes Gefäß aufſchrauben zu können. E iſt ein Hahn, der, wie bey der Sengwerdiſchen Luftpumpe, einmal diametral, das anderemal ſchief mit einem bey e ausgehenden Canale durchbohrt iſt. Am Ende D befindet ſich eine Pumpe AD, oder ein metallner Stiefel mit einem genau einpaſſenden Kolben. Kehrt man nun den Hahn ſo, daß ſein bey e ausgehender Canal mit dem Theile D verbunden wird, und zieht den Kolben auf, ſo füllt ſich der Stiefel der Pumpe AD mit Luft aus dem Zimmer. Man wendet hierauf den Hahn anders, daß nunmehr der gerade durchgehende Canal beyde Theile D und C mit ein-

ander verbindet, und ſtößt den Kolben nieder, ſo wird die vorher im Stiefel AD befindliche Luft durch den Hahn nach C und in das aufgeſchraubte Gefäß oder in die auf dem Teller befeſtigte Glocke getrieben. Man giebt dem Hahne wiederum die erſte Stellung, und füllt durch Aufziehung des Kolbens den Stiefel aufs neue mit Luft aus dem Zimmer, u.ſ.w. Durch mehrere Wiederholungen dieſes Verfahrens kan man alſo in ein verſchloßnes Gefäß oder unter eine wohlbefeſtigte Glocke mit jedem Zuge mehr Luft bringen.

Wenn hiebey der Hahn Ee unmittelbar an D anſteht, und der Raum oder die Capacität des Gefäßes nebſt der Röhre Ce = a, der Raum des Stiefels AD aber = b genennt wird, ſo läſt ſich leicht berechnen, daß durch n Züge die Luft im Gefäße $\frac{a+nb}{a}$ mal verdichtet werden würde. Faßte z. B. das Gefäß nebſt der Röhre 3 Cubikſchuhe, der Stiefel 1 Cubikſchuh Raum, ſo würde durch 12maliges Auf- und Niederſtoßen des Kolbens die Luft im Gefäße $\frac{3+12.1}{3}$ mal, d. i. 5mal ſtärker verdichtet werden, als ſie es im Zimmer iſt.

Es iſt aber bey Verſuchen dieſer Art eine große Vorſicht nöthig, weil die Verdichtung der Luft ihre Elaſticität vermehrt, und die Gefäße in Gefahr ſetzt, durch dieſelbe zerſprengt zu werden. Metallne Gefäße von einiger Stärke, wie die Kammern der Windbüchſen, halten ſtärkere Verdichtungen der Luft aus: bey gläſernen Glocken aber, die etwa 9 Zoll im Durchmeſſer und eine Glasdicke von 2 Linien haben, darf man ſchwerlich eine ſtärkere Zuſammenpreſſung wagen, als bis auf die 6fache Dichtigkeit der Luft im gewöhnlichen Zuſtande. Herr Hofr. **Karſten** (Lehrbegrif der geſammten Math. Th. VI. Pnevmatik, VII. Abſchn.) hat über die Feſtigkeit der Gefäße und Glocken für dieſen Fall ſehr nützliche Betrachtungen angeſtellt.

Soll die Verdichtung der Luft unter einer auf den Teller geſetzten Glocke geſchehen, ſo muß dieſe durch eine

beſondere Veranſtaltung an den Teller angedrückt werden. Man pflegt auch die Glocke, um alle Beſchädigung beym Zerſpringen zu verhüten, mit einem Drathgitter zu umgeben, ſ. Luftpumpe.

Weil das immerwährende Hin- und Herwenden des Hahns die Operation mit der Nolletſchen Compreſſionsmaſchine beſchwerlich macht, ſo hat Winkler (Anfangsgr. der Phyſik, Leipzig 1754. 8. S. 130.) eine ſehr bequeme Compreſſionsmaſchine (Taf. V. Fig. 84.) angegeben. Sie beſteht aus einem meſſingenen Rohre AB mit einem Kolben, der durch die Kolbenſtange C und den Grif D auf- und niedergezogen wird. Bey E iſt ein kleines Loch, durch welches die äußere Luft hineinfährt, wenn man den Kolben über dieſes Loch heraufzieht. Bey B iſt ein Blaſenventil, welches die Luft zwar aus EB in BF, aber nicht aus BF in EB zurückläſt. Das Rohr AB iſt durch eine Schraube mit dem horizontalliegenden und am andern Ende aufwärts gebognen Rohre BFG verbunden, auf deſſen Ende G das Gefäß, in welchem man die Luft verdichten will, aufgeſchraubt werden kan. Dieſe Röhren auf ein hölzernes Geſtell, wie die Figur zeigt, befeſtiget, geben eine ſehr bequeme Compreſſionsmaſchine, worauf man mit dem Fuße treten, und ſo den Kolben in einer vortheilhaften Stellung des Körpers aufziehen kan.

Den Namen der Compreſſionsmaſchinen verdienen unſtreitig auch diejenigen, deren man ſich zur Zuſammendrückung des Waſſers oder anderer ſehr wenig elaſtiſchen Liquoren bedient hat. Hollmann (Sylloge Commentat. Gotting. 1762. 4.) erhielt 1752 eine ſolche Maſchine von Shaw aus England. Sie beſtand aus einer vertikalſtehenden Schraube, welche in eine hohle metallne mit Waſſer angefüllte Kugel hineingeſchraubt ward. Die Kugel war zu dem Ende mit einer Schraubenmutter verſehen, die vermittelſt eines eiſernen Hebels umgedreht ward. Eine andere von Fontana (Journal des Sçavans, Juillet 1777.) angegebene Maſchine zur Compreſſion des Waſſers beſteht in einem hohlen metallenen Cylinder mit einem viereckigten Aufſatze von ſtarken Glasplatten, worinn durch

eine angebrachte Pumpe die Luft verdichtet werden kan. In den Cylinder wird ein gläſernes Gefäß mit Waſſer geſetzt, das ſich oben in ein Haarrohr endiget. Die Oberfläche des Waſſers ſteht im Haarrohre, und man kan ihre Stelle durch die Glasplatten des Aufſatzes leicht erkennen. Wird nun die Luft im Cylinder und Aufſatze verdichtet, ſo drückt ſie durch die obere Oefnung des Haarrohrs auf das Waſſer im Gefäße, und man erkennt die Zuſammendrückung deſſelben aus dem Niederſinken ſeiner Oberfläche im Haarrohre. Herrn Abichs Maſchine zur Zuſammendrückung des Waſſers beſteht nach Zimmermann (Ueber die Elaſticität des Waſſers, Leipzig 1779. 8.) aus einem metallnen 21 Zoll $5\frac{1}{12}$ Linien hohen Cylinder von 3 Zoll $7\frac{1}{2}$ Lin. Durchmeſſer, in welchem der Durchmeſſer der Höhlung nur 1 Zoll $2\frac{1}{2}$ Linie, die Dicke des Metalls aber ebenfalls 1 Zoll $2\frac{1}{2}$ Lin. beträgt. Dieſer Cylinder wird mit Waſſer gefüllt, und ein eiſerner mit Ledern umlegter genau paſſender Stempel hineingetrieben. Zu dieſem Hineintreiben bediente man ſich zuerſt einer Schraube, bis Hr. Prof. Zimmermann zu genauer Beſtimmung der Kraft vorſchlug, ihn durch einen Hebel mit angehangenen Gewichten niederzudrücken. Ein an dem Stempel befindliches Merkmal zeigte durch ſeinen Abſtand von einer am Cylinder befeſtigten Queerleiſte, wie weit der Stempel war hineingetrieben und bey nachlaſſender Kraft wieder zurückgeſtoßen worden.

Concavgläſer, Hohlgläſer, Vitra concava ſ. lentes concavae, *Verres concaves.* So heißen diejenigen Linſengläſer, welche die durchgehenden Lichtſtralen mehr zerſtreuen oder mehr divergent machen, als ſie es vorher waren, ehe ſie das Glas erreichten. Die Gläſer erhalten dieſe Eigenſchaft dadurch, daß entweder beyde Flächen, oder nur eine derſelben, wie ein Stück einer hohlen Kugelfläche ausgeſchliffen werden. Die eine Fläche muß allemal hohl ſeyn, die andere aber kan entweder hohl, oder eben, oder gar erhaben ſeyn, wenn nur dieſe Erhabenheit nicht ſo ſtark iſt (d.h. wenn ſie nur einer Kugel von größerm Durchmeſſer zugehört), als die Höhlung jener Fläche. Im er-

ſten Falle wird das Hohlglas concav-concav (lens utrinque concava), im zweyten plan-concav, im dritten concav-convex genannt. Die Eigenſchaften der Hohlgläſer werden bey dem Worte: Linſengläſer, umſtändlicher angeführt werden.

Concavſpiegel, ſ. Hohlſpiegel.

Concretion, Concretio, *Concrétion.* Insgemein wird durch dieſes Wort der Uebergang eines Körpers aus dem Zuſtande der Flüßigkeit oder Weichheit in den Zuſtand der Feſtigkeit und Härte verſtanden. So kan man das Gefrieren, die Gerinnung ꝛc. als Arten der Concretion anſehen.

Bisweilen bedeutet auch Concretion eine Verbindung mehrerer kleinen Theile zu einer feſten in die Sinne fallenden Maſſe.

Endlich werden gewiſſe Körper ſelbſt Concretionen genannt, diejenigen nemlich, deren kleinere oder größere Theile vorher von einander getrennt waren, und nun durch Dazwiſchenkunft eines bindenden Mittels zu einem einzigen Ganzen vereiniget worden ſind.

Condenſation, ſ. Verdichtung, Zuſammendrückung.

Condenſator der Elektricität, Mikroelektrometer, Condenſator electricitatis, *Condenſateur de l'électricité.* Dieſes erſt vor wenigen Jahren von Volta (Philoſ. Trans. Vol. LXXII. P. I. ingl. in Rozier Journal de phyſique, May, Juillet, Aout. 1783). angegebne Werkzeug iſt ein ſehr wichtiger Zuſatz zu dem elektriſchen Apparat, wodurch man die allerſchwächſten Grade der natürlichen und künſtlichen Elektricität merklich machen kan, und der überhaupt viel Licht über die Lehre von den elektriſchen Wirkungskreiſen verbreitet.

Der Condenſator des Volta beſteht aus zween Haupttheilen:

1) einer Platte von einer halb-leitenden oder ſchlecht-leitenden Materie,

2) einem Deckel oder Teller, den man, wie den Deckel oder die Trommel des Elektrophors, mit ſeidnen Schnüren, oder mit einem iſolirenden Handgrif aufheben und niederlaſſen kan.

Zur Platte des Condenſators dienen am beſten die unvollkommenen Leiter, welche ſich der Natur der elektriſchen Körper nähern, ohne doch völlig elektriſche Körper zu ſeyn, z. B. trockne und reine Marmor- und Alabaſterplatten, Achat, Chalcedon, Elfenbein, Schildpatt, mit Leinöl imbibirtes oder überkalchtes Holz, trocknes Leder, Pergament, Papier ꝛc. Dieſe Platte darf beym Gebrauch nicht iſolirt werden, ſondern muß mit der Erde in Verbindung ſtehen. Man kan ſogar vollkommen elektriſche Körper dazu gebrauchen, wofern ſie nur dünn, und mit der Erde verbunden ſind. Daher kan eine dünne Luftſchicht, oder ein geringer Abſtand des iſolirten Deckels von einer leitenden ebnen Fläche, auch ſtatt der untern Platte ein mit Siegellack dünn überzognes Blech, ja ſogar der Harzkuchen eines Elektrophors gebraucht werden, wenn er nicht allzudick iſt. Auch dient dazu Holz mit Siegellack, Firniß oder Wachsleinwand überzogen, Oelfarbengemälde, Sammet und ſeidne Stoffe über Mauern, Tiſche u. dgl. gezogen, kameelhärene und ſehr trockne wollene Zeuge. Doch müſſen die meiſten dieſer Subſtanzen bey feuchter Witterung erwärmt werden.

Der Deckel oder Teller des Condenſators iſt dem beym Elektrophor gebräuchlichen vollkommen gleich, kan alſo auch in Geſtalt einer Trommel verfertiget werden. Er muß ohne Ecken und Schärfen ſeyn, und an die untere Platte ſo vollkommen, als möglich, anpaſſen, in welcher Abſicht es bequem iſt, zwo an einander geſchliffene Metallplatten zu gebrauchen, deren eine überfirnißt iſt.

Noch einfacher wird der ganze Apparat, wenn man die halb-leitende oder dünne nicht-leitende Schicht an den Deckel ſelbſt anbringt, z. B. wenn man eine einzelne auf der untern Fläche mit Seide überzogne Metallplatte, die mit ſeidnen Schüren aufzogen wird, oder eine Marmorplatte, welche oben mit Stanniol belegt iſt, ge-

braucht. Hiebey wird die untere Platte ganz unnöthig, und man kan ſich ſtatt ihrer jedes Tiſches, Stuhls, Buches u. dgl. bedienen.

Die Eigenſchaften des Condenſators ſind, daß der auf der nicht-iſolirten Baſis ſtehende Deckel nicht nur alle ihm vorher mitgetheilte Elektricität weit feſter an ſich hält, als wenn er völlig iſolirt wäre, ſondern auch in dieſem Zuſtande weit mehr neue Elektricität anzunehmen fähig wird, oder nach Hrn. Volta Ausdrücken, daß man ſowohl ſeine Tenacität, als ſeine Capacität, verſtärkt findet.

Dieſe Eigenſchaften erklären ſich aus der Lehre von den elektriſchen Wirkungskreiſen. Ein elektriſirter Körper ſtrebt in andern Körpern, die in ſeinen Wirkungskreis gebracht werden, eine der ſeinigen entgegengeſetzte Elektricität hervorzubringen. Wird nun ein iſolirter Körper, der auf eben dieſe Art und eben ſo ſtark elektriſirt iſt, als er, in ſeinen Wirkungskreis gebracht, ſo wird aus demſelben ein Theil dieſer Elektricität herauszugehen ſtreben (d. h. dieſe Elektricität wird mehr Intenſität, mehr Beſtreben nach Ausgang und Mittheilung äußern), dagegen wird des Körpers Fähigkeit, mehr von dieſer Elektricität anzunehmen (oder ſeine Capacität,) verringert werden. Wenn man daher zwo iſolirte Metallplatten mit daranhängenden Elektrometern, beyde entweder poſitiv, oder negativ, elektriſiret, und ſie einander allmählich nähert, ſo werden die Elektrometer (welche die Intenſität angeben) zeigen, daß ihre Elektricitäten bey mehrerer Annäherung an einander immer ſtärker werden.

Wird hingegen in den Wirkungskreis eines elektriſirten Körpers ein anderer eingeſenkt, der auf die jenem entgegengeſetzte Art elektriſirt iſt, ſo wird ein Theil dieſer entgegengeſetzten Elektricität gebunden, ihre Intenſität geſchwächt, und der Körper fähig gemacht, noch mehr von dieſer Elektricität anzunehmen, d. h. ſeine Capacitat wird verſtärkt. Wenn man daher von den vorhin erwähnten Metallplatten die eine poſitiv, die andere negativ, elektriſiret, ſo werden die Elektrometer zeigen, daß dieſe Elektri-

citäten bey mehrerer Annäherung beyder Platten an einander immer ſchwächer werden.

Oder in andern Ausdrücken: Kömmt in den Wirkungskreis eines + E ein Körper, der mehr + E als — E hat, ſo wird von jenem + E ein Theil ſeines — E gebunden, und daher mehr von ſeinem + E frey oder ſenſibel, woraus eine natürliche Folge iſt, daß er nun weniger, als vorher, im Stande iſt, noch mehr + E anzunehmen. Kömmt aber in eben dieſen Wirkungskreis ein Körper, der mehr — E als + E hat, ſo wird wiederum ein Theil dieſes — E gebunden und unwirkſam gemacht, oder es wird die Intenſität dieſes — E geſchwächt, woraus folgt, daß er nun noch mehr — E anzunehmen fähig werden muß. Hieraus fließt der Satz:

> Einſenkung eines iſolirten elektriſchen Körpers in den Wirkungskreis einer entgegengeſetzten Elektricität vermindert die Intenſität, und vermehrt die Capacität deſſelben.

Wenn man einen elektriſirten Körper gegen einen mit der Erde verbundenen Leiter, z. B. gegen den Tiſch, nähert, ſo wird ſchon durch dieſe Annäherung in dem Leiter eine entgegengeſetzte Elektricität entſtehen, und der ihm genäherte elektriſirte Körper wird vermöge des vorherſtehenden Satzes weniger Intenſität zeigen, aber mehr Fähigkeit erhalten, neue Elektricität anzunehmen. Wenn man z. B. die Trommel eines Elektrophors ſo ſtark elektriſirt, daß der Zeiger eines damit verbundnen Elektrometers bis auf 60° ſteigt, und dann die an ſeidnen Schnüren gehaltene Trommel nach und nach gegen den Tiſch ſenkt, ſo wird der Zeiger des Elektrometers allmählich auf 50, 40, 30° u. ſ. f. fallen. Hebt man aber die Trommel wieder auf, ſo ſteigt das Elektrometer wieder auf den vorigen Grad, den Verluſt von Elektricität abgerechnet, den indeß die Feuchtigkeit der Luft oder andere zufällige Urſachen können veranlaſſet haben. Man ſetze, die Trommel des Elektrophors ſey poſitiv elektriſirt, oder + E, ſo wird dieſes + E bey der Annäherung an den Tiſch einen Theil

des im Tiſche befindlichen — E binden. Dadurch wird eben ſo viel von dem + E des Tiſches frey, und geht durch die übrigen Theile des Tiſches in die Erde über. Das auf dieſes Binden verwendete + E der Trommel kan eben darum, weil es verwendet iſt, nicht mehr auf das Elektrometer wirken, deſſen Zeiger alſo natürlich fallen muß. Es iſt aber darum nicht verlohren gegangen, und zeigt ſich wieder, wenn die Trommel vom Tiſche entfernt, und es dadurch in Stand geſetzt wird, wieder aufs Elektrometer zu wirken, weil es nicht mehr in das — E des Tiſches wirkt, deſſen verlohrnes + E jetzt auch wieder aus der Erde zurückkehrt.

Hieraus iſt leicht begreiflich, daß jeder iſolirte elektriſche Körper deſto weniger Intenſität, hingegen deſto mehr Capacität und Tenacität gegen das ſchon in ihm enthaltne E zeigen müſſe, je mehr er einem mit der Erde verbundenen Leiter genähert wird. Dieſe Vermehrung der Capacität und Tenacität wird alſo im Augenblicke der wirklichen Berührung am ſtärkſten werden, wofern nur ſorgfältig verhindert wird, was ſonſt bey ſtarken Annäherungen und Berührungen leicht erfolgt, daß nemlich eine wirkliche Mittheilung oder ein Uebergang der Elektricität vorgehe. Um dieſen Uebergang zu verhüten, muß man ſowohl den elektriſirten Körper, als den Leiter, dem er genähert wird, ſo glatt als möglich, ohne hervorragende Theile und ſcharfe Ecken, machen, und dann zur untern Platte einen ſehr unvollkommenen oder ſchlechten Leiter wählen, damit ſie dem Uebergange einen ſtarken Widerſtand entgegenſetze; doch darf ſie auch kein dicker vollkommen elektriſcher Körper, oder völlig iſolirt, ſeyn, weil ſie ſonſt die Wirkungen der elektriſchen Atmoſphäre hindern würde. Giebt man nun dem Apparat dieſe Eigenſchaften, ſo hat man einen Condenſator, völlig ſo, wie wir ihn im Anfange dieſes Artikels beſchrieben haben.

Die Wirkungen dieſes Condenſators ſind, zumal bey ſchwachen Graden der Elektricität, unglaublich groß. In Abſicht auf die Tenacität bemerkt Hr. Volta, daß die Elektricität des Deckels, die ſich in der Luft binnen wenig

Minuten zerſtreuen würde, ſich auf der Platte des Condenſators mehrere Stunden lang erhalte, ja ſogar durch die Berührung mit Leitern nicht weggenommen werde. Er konnte an den elektriſirten Teller des Condenſators den Finger oder ein Metallſtäbchen 30 Secunden lang anhalten, oder mit einem Schlüſſel 50 — 60mal darauf ſchlagen, ohne ihm dadurch alle ſeine Elektricität zu entziehen; der Deckel gab vielmehr nach dem Aufziehen noch einen beträchtlichen Funken. Da man gewöhnlich das Iſoliren als das einzige Mittel zur Erhaltung der mitgetheilten Elektricität anſieht, ſo ſcheint es paradox, daß man hier durch ein höchſt unvollkommenes Iſoliren mehr, als durch das vollkommenſte ſelbſt, ausrichtet, daß man ſogar deſto mehr ausrichtet, je unvollkommner die Iſolirung iſt, d. h. je genauer die Berührung mit der Platte, und je beſſer dieſe mit der Erde verbunden iſt. Dieſe Bemerkung hat Hrn. Volta veranlaſſet, ſeine Abhandlung über den Condenſator (im Journal de phyſique) *Memoire ſur les grands avantages d'une eſpèce d'iſolement très imparfait* zu überſchreiben. Das Räthſel löſet ſich aber durch die gegebnen Erklärungen ſehr leicht auf, und es kömmt nur darauf an, Vertheilung der Elektricität durch die Wirkung der Atmoſphären von Mittheilung und Uebergang derſelben zu unterſcheiden, welches überhaupt der Schlüſſel zu den vornehmſten Geheimniſſen der Elektricität iſt.

Was die Capacität betrift, ſo kan der aufgeſetzte Deckel, wenn er durch den Conductor einer Maſchine, durch eine geladne Flaſche ꝛc. elektriſirt wird, weit mehr Elektricität, als ſonſt, annehmen. Er zeigt zwar, ſo lang er auf der untern Platte ſteht, wenig oder gar nichts von dieſer Elektricität; hebt man ihn aber auf, ſo wird ſie ſogleich in ihrer ganzen Stärke ſichtbar. Man kan daher ſehr geringe Grade der Elektricität merklich machen, weil der Deckel vermögend wird, ſich durch eine ſehr ſchwache Kraft dennoch ſehr ſtark elektriſiren zu laſſen. Berührt man ihn z. B. mit dem Knopfe einer Flaſche, welche höchſtens einen Funken von 2 — 3 Linien geben, oder das Elektrometer 10° erheben kan, ſo wird er zwar, ſo lang er auf

der Platte liegen bleibt, ſehr wenig Elektricität zeigen; ſobald man ihn aber aufhebt, wird er das Elektrometer auf den höchſten Grad erheben, Funken von mehreren Zollen geben, und vielleicht freywillig Ströme von Elektricität in die Luft ausſenden.

Wenn man eine Leidner Flaſche entladen, und durch eine zwote auch wohl dritte Berührung allen Ueberreſt von Ladung herausgezogen hat, ſo iſt nicht daran zu gedenken, daß man aus ihr noch einen Funken erhalten werde. Wenn ſie aber nur noch einen leichten Faden anzieht (welches eine gut geladne Flaſche nach der Entladung und zweymaligen Berührung oft noch ganze Stunden und Tage lang thut), ſo giebt ſie dem Deckel des Condenſators noch genug Elektricität, um nach Aufhebung deſſelben einen merklichen Funken zu erhalten. Berührt man ihn zum zweytenmale mit dem Knopfe der Flaſche, ſo giebt er aufgezogen einen zweyten Funken, und wird endlich die Elektricität der Flaſche ſo ſehr erſchöpft, daß ſie nicht einmal mehr leichte Fäden anzieht, ſo kan man ſie doch noch durch den Condenſator bemerken, deſſen Deckel alsdann zwar keine Funken mehr geben, aber doch Fäden anziehen wird.

Bey ſtarken Graden von Elektricität vergrößern ſich die Wirkungen des Condenſators nicht verhältnißmäßig. Denn ſobald die dem Deckel mitgetheilte Elektricität ſo ſtark wird, daß ſie den ſchwachen Widerſtand der untern Platte überwinden kan, ſo theilt ſie ſich derſelben mit, und zerſtreut ſich dadurch in die Erde. Bey einem guten Condenſator iſt diejenige Kraft einer Flaſche gerade die vortheilhafteſte, welche nur mit Mühe noch hinreicht, um beym Berühren einen kleinen Funken zu geben. Bey ſehr geringer Kraft thun gute und ſchlechte Platten faſt gleiche Dienſte.

Es kan auch die Elektricität des Condenſators ſelbſt durch Mittheilung an den Teller eines zweyten Condenſators noch merklicher gemacht werden. Dieſer doppelte Condenſator, oder dies zuſammengeſetzte Mikroelektroſkop, iſt Cavallo's Erfindung. Er gebraucht zum zweyten Condenſator eine Metallplatte von der Größe eines

Schillings. Adams (Eſſay on electricity, Lond. 1784. 8.) verſichert, daß mit Hülfe dieſes doppelten Condenſators eine ſchwache Elektricität auf tauſendmal verſtärkt werden könne.

Man kan alſo dieſes Werkzeug hauptſächlich zu Bemerkung ſehr ſchwacher Grade der natürlichen und künſtlichen Elektricität gebrauchen, daher es auch Mikroelektrometer oder Mikroelektroſkop genennt wird. Es dient ſehr vortheilhaft zu Beobachtung der atmoſphäriſchen Elektricität, wenn man von dem dazu aufgeſtellten Conductor einen Drath bis an den aufgeſetzten Deckel des Condenſators führt, und einige Minuten mit demſelben in Verbindung läſt. So hat Volta faſt täglich und ſtündlich Elektricität in der Atmoſphäre gefunden, wenn ſie auch ſo ſchwach war, daß man ſie ohne Condenſator gar nicht hätte bemerken können.

Man kan auch den Condenſator gebrauchen, um aus einer ſehr ſchwach geladnen Flaſche noch merkliche Funken zu erhalten. So giebt des Cavallo Flaſche, die man geladen bey ſich tragen kan (ſ. Leidner Flaſche), mit dem Condenſator verbunden ein Magazin von Elektricität, aus dem man lange Zeit ſchöpfen und Funken zu mancherley Verſuchen ziehen kan. Ladet man aus der größern Flaſche erſt eine kleinere, und aus dieſer den Deckel des Condenſators, ſo wird die Elektricität der größern Flaſche noch mehr geſpart. Volta bedient ſich ſtatt der kleinern Flaſche eines gläſernen Fingerhuts, auswendig mit Stanniol belegt, den er auf den Finger ſteckt, und damit zuerſt den Knopf der größern Flaſche, dann den Deckel des Condenſators berührt. Vermittelſt des Condenſators kan man auch aus einer ſchlechten Elektriſirmaſchine dennoch ſtarke Funken erhalten, aus einer großen ſchwach geladnen Flaſche eine kleinere ſtark laden u. dgl.

Mit Beyhülfe dieſer Verſtärkung hat man ſchon einige durch andere Mittel nicht zu entdeckende Elektricitäten merklich gemacht. So iſt durch Verſuche in Paris und London gefunden worden, daß Verbrennung der Kohlen, Entbindung brennbarer, fixer, ſalpeterartiger Luft ꝛc.,

ſelbſt Ausdünſtung des Waſſers, negative Elektricität erregе (ein Zeichen, daß der dabey aufſteigende Dampf poſitiv elektriſirt ſey), woraus ſich die Elektricität der Wolken erklärt. Faſt alle Körper, etwa Metalle und Kohlen ausgenommen, ſogar ein einziger Strich von einer trocknen Hand über den Deckel hin, zeigen Elektricität. Auf dieſem Wege wird ſich unterſuchen laſſen, ob Verdichtung und Verdünnung, Bewegung, Erwärmung und Erkältung der Luft ꝛc., ob Gährung, Schmelzung, Cryſtalliſation, Auflöſungen, u. ſ. w. Elektricität erregen. De Sauſſüre (ſ. Leipziger Samml. zur Phyſik und Naturg. III. B. 2 St.) hat in dem menſchlichen Körper, wenn er durch Bewegung erhitzt wird, Elektricität gefunden, welche nach ſeiner Meinung durch das Reiben des Körpers an der Kleidung entſteht.

Für die Theorie von den elektriſchen Wirkungskreiſen ſind die Erſcheinungen des Condenſators, ſo wie die des Elektrophors, höchſt wichtig. Sie gründen ſich ganz darauf, daß die Vertheilung der Elektricität, welche der Wirkungskreis des Deckels veranlaßt, befördert, die Mittheilung aber verhindert wird. Volta trägt unter dem Namen elektriſcher Paradoxen acht Aufgaben vor, die ſich durch den Condenſator auflöſen laſſen, ob ſie gleich den ſonſt bekannten Geſetzen der Elektricität ganz zu widerſprechen ſcheinen. Sie betreffen die Vorzüge einer ſchlechten Iſolirung vor einer vollkommnen, und die dadurch zu erhaltende große Verſtärkung der Tenacität und Capacität, ſelbſt der Intenſität nach Aufhebung des Deckels, und ſcheinen nur den Geſetzen der Mittheilung zu widerſprechen, auf welche es aber hiebey gar nicht ankömmt.

Volta ſchließt aus der Theorie der Wirkungskreiſe, daß die Elektricität eine Wirkung in die Ferne (actionem in diſtans) ausübe, weil ſie aus dem elektriſirten Körper auf einen andern in eine ziemliche Entfernung wirkt, ohne daß von jenem Körper in dieſen etwas wirkliches übergeht.

Ueber des Volta Condenſator der Elektricität, in den Leipziger Samml. zur Phyſik u. Naturg. III. B. 2 Stück. no. 1.

Condenſator der Wärme, ſ. Wärmeſammler.
Conductor, ſ. Leiter der Elektricität.
Coniſche Spiegel, ſ. die Artikel Spiegel und Anamorphoſen.
Conjunction, ſ. Aſpecten.
Conſervationsbrillen, ſ. Brillen.

Conſiſtenz, Conſiſtentia, *Conſiſtence*. Der Zuſtand eines Körpers, in welchem ſeine Theile mit einiger Kraft zuſammenhängen, und der Trennung einen merklichen Widerſtand entgegenſetzen. Es bedeutet alſo dieſes Wort ſo viel, als Feſtigkeit, und wird theils der Flußigkeit, theils dem Zuſtande der Pulver und Sandhaufen, in welchen die einzelnen Körner nicht zuſammenhangen, entgegengeſetzt. Man ſagt ſowohl von flüßigen und weichen Maſſen, wenn ſie feſter und härter werden, als auch von Pulvern und Sandmengen, wenn ſie ſich zu einer einzigen zuſammenhängenden Maſſe verbinden, daß ſie mehr Conſiſtenz bekommen. Corpora conſiſtentia heißen bey mehreren ältern Schriftſtellern, z. B. bey Boyle, feſte Körper.

Conſonanzen, conſonirende Töne, Accorde, Toni conſonantes ſ. conſoni, Intervalla tonorum conſona, *Accords, Conſonances*. Eine Conſonanz iſt eine Verbindung zweener oder mehrerer zugleich gehörter Töne, welche dem Ohre angenehm iſt.

Jeder Ton macht, mit ſeiner Octave, Quinte und großen Terz zugleich angegeben, dem Ohre Vergnügen, daher dieſe Intervalle unter die vorzüglichſten und vollkommenſten Conſonanzen gerechnet werden. Die Octave wird dadurch angegeben, daß die Lufttheile in eine doppelt ſo ſchnelle Schwingung, als beym Grundtone, verſetzt werden, oder daß ſie in eben derſelben Zeit noch einmal ſo viel Schwingungen machen, als beym Grundtone; bey der Quinte machen die Lufttheile drey Schwingungen in der Zeit, in welcher ſie beym Grundtone zwey machen; bey der großen Terz machen ſie fünf Schwingungen in der

Zeit, in welcher ſie beym Grundtone deren vier machen. Dies drückt man kürzer ſo aus: die Octave, Quinte und große Terz ſtehen zum Grundtone in den Verhältniſſen 2:1, 3:2, 5:4. Noch angenehmer iſt die Conſonanz des Grundtons mit der über die Octave hinaus liegenden Quinte, welche durch das Verhältniß 3:1 ausgedrückt wird.

Weniger angenehm iſt es dem Ohre, den Grundton zugleich mit ſeiner Quarte und großen Sexte zu hören, deren Verhältniſſe 4:3 und 5:3 ſind. Die übrigen Intervalle, deren Verhältniſſe durch andere Zahlen ausgedrückt werden, ſind an ſich dem Ohre noch unangenehmer, und heißen daher Diſſonanzen. Die Geſchicklichkeit des Tonkünſtlers zeigt ſich vornehmlich darinn, daß er Diſſonanzen und Conſonanzen auf eine zweckmäßige Art abwechſeln läſt, und durch das Unbefriedigende der Diſſonanzen das Ohr vorbereitet, die darauf folgenden Conſonanzen zu erwarten und deſto lebhafter zu empfinden, und daß er durch befriedigte oder unbefriedigte Erwartungen dieſer Art in ſeinen Zuhörern mancherley Empfindungen hervorzubringen weiß. Die unwiderſtehliche Gewalt der Muſik über das menſchliche Herz hängt großentheils von den mannigfaltigen Eindrücken des Conſonirens und Diſſonirens der auf einander folgenden oder zugleich angegebnen Töne ab.

Die Urſache, warum dem Gehör die Conſonanzen angenehm ſind, gehört wohl eher für die Seelenlehre, als für die Naturlehre der Körper. Die meiſten nehmen hierüber den Grundſatz an, daß in den ſchönen Künſten überhaupt die einfachern Verhältniſſe angenehmere Eindrücke machen, als die zuſammengeſetztern und ſchwerer zu überſehenden. Dies erklärt, warum die Octave, Quinte und große Terz, deren Verhältniſſe $2:1$, $1\frac{1}{2}:1$, $\frac{1}{4}:1$ ſind, dem Ohre angenehmer klingen, als die Quarte und große Sexte, welche durch die Verhältniſſe $1\frac{1}{3}:1$, $1\frac{2}{3}:1$ ausgedrückt werden. Es iſt nemlich die Eintheilung der Einheit nach Hälften und Vierteln beſſer zu überſehen, als die nach Dritteln.

Auf dieſem Grundſatze beruht die von Herrn Euler angegebne Temperatur der Töne, bey welcher die Verhältniſſe blos aus den Zahlen 2, 3, 5 zuſammengeſetzt werden, da hingegen andere Temperaturen, wie z. B. die Kirnbergeriſche, weit zuſammengeſetztere Verhältniſſe zum Grunde legen. So iſt für die große Sexte (A : C) von Eulern das Verhältniß 5 : 3, von Kirnberger 270 : 161 angenommen. Es kommen aber hiebey Schwierigkeiten vor, von welchem bey dem Worte: **Ton**, noch etwas erwähnt werden ſoll.

Lettres à une princeſſe d'Allemagne ſur divers Sujets de phyſ. et de philoſ. à Mitau et Leipſic. 1780. 8. To. I. lettr. 5—7.

Conſtellationen, ſ. **Sternbilder.**

Convergläſer, erhabne Linſengläſer, Lentes convexae ſ. Vitra convexa, *Verres convexes.* So heiſſen diejenigen Linſengläſer, welche die durchgehenden Lichtſtralen mehr zuſammenlenken oder convergenter machen, als ſie es vorher waren, ehe ſie das Glas erreichten. Die Gläſer erhalten dieſe Eigenſchaft dadurch, daß entweder beyde Flächen, oder nur eine derſelben, wie ein Stück einer erhabnen oder äußern Kugelfläche, geſchliffen werden. Die eine Fläche muß allemal erhaben ſeyn, die andere kan entweder auch erhaben, oder eben, oder gar hohl ſeyn, wenn nur ihre Höhlung nicht ſo ſtark iſt (d. h. wenn ſie nur einer Kugel von größerm Durchmeſſer zugehört), als die Erhabenheit jener Fläche. Im erſten Falle wird das Glas convex-convex (lens utrinque convexa), im zweyten plan-convex, im dritten, wo ſein Durchſchnitt die Geſtalt der ſichelförmigen Mondſcheibe hat, ein Meniskus genannt. Die Eigenſchaften der erhabnen Gläſer werden bey dem Worte: Linſengläſer, umſtändlicher angeführt werden.

Convexſpiegel ſ. **Spiegel.**

Copernikaniſches Syſtem, ſ. **Weltſyſtem.**

Crownglas, engl. *Crown-glaſs.* Eine Glasart, welche in England gewöhnlich zu den Tafeln für die Fen-

ſterſcheiben gebraucht wird. Sie iſt in der Dioptrik berühmt geworden, ſeitdem es dem ältern Dollond gelungen iſt, durch ihre Combination mit dem weißen Kryſtallglaſe oder Flintglaſe, die Abweichung wegen der Farbenzerſtreuung in den Fernröhren zu vermeiden, ſ. **Achromatiſche Fernröhre.**

Dollond giebt in einem Briefe an **Klingenſtierna**, welchen **Clairaut** (Mém. de Paris. 1757.) anführt, für das Crownglas das Brechungsverhältniß, d. i. das Verhältniß der Sinus des Einfalls- und Brechungswinkels, wie 1,53 : 1, an. Nach den Verſuchen des Dúc de Chaulnes (Mém. de Berlin. 1767.) iſt es 1 : 0,665. Das Crownglas zerſtreut aber die Stralen nicht ſo ſtark, als das Flintglas, und das durch ein Prisma von Crownglas entſtandne Farbenbild iſt unter übrigens gleichen Umſtänden um ein Drittel kürzer, als dasjenige Farbenbild, welches von einem gleichen Prisma aus Flintglas gebildet wird.

Es wird daher das Crownglas bey achromatiſchen Fernröhren zu den erhabnen Gläſern der Objectivlinſe gebraucht, welche bey einer ſtärkern Brechung eine geringere Farbenzerſtreuung verurſachen ſollen. Inzwiſchen kömmt hiebey das meiſte auf das Flintglas an, und ſtatt des Crownglaſes haben die Künſtler auch außer England ihre gewöhnlichen einheimiſchen Glasarten gebrauchen können.

Culmination, Durchgang durch den Mittagskreis, Culminatio, Mediatio, Tranſitus per meridianum, *Paſſage par le meridien.* Man ſagt von den Geſtirnen, welche bey ihrem täglichen Umlauſe eben durch den Mittagskreis gehen, daß ſie culminiren, weil ſie zu eben dieſer Zeit ihre gröſte Höhe (culmen ſ. faſtigium arcus diurni) erreichen, indem der Tagbogen eines jeden Geſtirns von dem Mittagskreiſe in ſeinem höchſten Punkte durchſchnitten wird.

Die Zeit der Culmination eines Geſtirns durch Beobachtung zu finden, bedienen ſich die Aſtronomen verſchiedener Veranſtaltungen. Die einfachſte darunter iſt das **Fadendreyeck** (Triangulum filare). An der Decke des

Zimmers iſt eine Rolle befeſtiget, über welche ein Faden, mit einem Gewichte beſchweret, ſo gezogen wird, daß er lothrecht auf einen Punkt einer gerade darunter gezognen richtigen Mittagslinie herabſpielt. Das andere Ende des über die Rolle gezognen Fadens wird ſchief herabgezogen, und in einem andern Punkte dieſer Mittagslinie befeſtiget. So bilden beyde Fäden mit dem Theile der Mittagslinie, der zwiſchen ihnen liegt, ein rechtwinklichtes in der Mittagsfläche liegendes Dreyeck, und wenn dem Auge des Beobachters beyde Fäden ſich ſelbſt und einen Stern decken, ſo iſt dieſer Stern im Mittagskreiſe. Der Augenblick, da dieſes geſchieht, an einer Uhr beobachtet, giebt die Zeit der Culmination. Genauer leiſten dieſes eigne Fernröhre, deren Axe ſich nur in der Mittagsfläche auf und nieder bewegen, aber nie aus dieſer Fläche verrücken läßt. Ein Stern, der durch ein ſolches Fernrohr im Mittelpunkte des Geſichtsfeldes geſehen wird, muß alſo in dieſem Augenblicke im Mittagskreiſe ſeyn. Dergleichen Inſtrumente heißen **Durchgangsfernröhre**, **Mittagsfernröhre**, **Paſſageninſtrumente** (Culminatoria, *Inſtrumens de paſſage*). Man kan ſich hiezu auch des **Mauerquadranten** bedienen, der noch überdies zugleich die Höhe des Geſtirns im Augenblicke des Durchgangs, d. i. die Mittagshöhe, angiebt. Endlich läßt ſich die Zeit der Culmination auch durch Beobachtung übereinſtimmender oder gleicher Höhen eines Geſtirns auf der Morgen- und Abendſeite, vermittelſt beweglicher Quadranten, finden, wenn man die Zeitpunkte, in denen das Geſtirn gleiche Höhen hat, an der Uhr beobachtet, und die Hälfte der Zwiſchenzeit zu dem Zeitpunkte der Beobachtung auf der Morgenſeite hinzuſetzt, welche Methode jedoch für Geſtirne, die eigne Bewegungen haben, einer Correction bedarf.

Die Zeit der Culmination des Mittelpunkts der Sonne beſtimmt den Augenblick des Mittags, der alſo durch alle im vorigen angegebne Methoden beobachtet werden kan. Nur iſt hiebey darauf Rückſicht zu nehmen, daß ſich die Sonne nicht als ein Punkt, ſondern als eine Scheibe, darſtellt, deren Mittelpunkt durch nichts bezeichnet iſt.

Man wird daher die Zeiten der Culmination für den vorhergehenden und nachfolgenden Sonnenrand beſonders beſtimmen, und zu der erſten die halbe Zwiſchenzeit ſetzen müſſen, um die Zeit der Culmination des Mittelpunkts, oder den Augenblick des wahren Mittags zu erfahren. Auch zeigt der Schatten eines lothrechten oder auch nur in der Mittagsfläche ſchief liegenden Stifts oder Fadens, über einer Mittagslinie, wenn er genau auf dieſe Mittagslinie fällt, den Augenblick des wahren Mittags an. Auf dieſe Art zeigt jede Horizontal-Sonnenuhr den wahren Mittag, wenn ihr Schatten die zwölfte Stundenlinie deckt. Genauer leiſten dies größere Veranſtaltungen, bey welchen ein Bild der Sonne, in einem dunkeln Raume aufgefangen, im Augenblicke des wahren Mittags auf eine Mittagslinie fällt, und welche Gnomons genannt werden.

Die Zeit der Culmination eines Geſtirns läſt ſich aber auch durch Berechnung finden, wenn die Summe des Abſtands der Nachtgleiche von der Sonne, und der geraden Aufſteigung des Geſtirns in Zeit verwandlet wird. Es ſey der Taf. V. Fig. 85. vorgeſtellte Kreis der Aequator, ♈ der Frühlingspunkt, ♈N☉ die gerade Aufſteigung der Sonne, ♈N die des Sterns. Es fällt in die Augen, daß der Punkt N mit dem Sterne zugleich um ſo viel ſpäter, als ☉, in den Mittagskreis kömmt, ſo viel der Bogen ☉N Zeit braucht, ſich durch denſelben zu ſchieben, d. i. ſo viel der Bogen ☉N, in Zeit verwandlet, austrägt. Dieſer Bogen aber iſt die Summe des Abſtandes der Nachtgleiche von der Sonne und der geraden Aufſteigung des Sterns (☉♈+♈N), der alſo, in Zeit verwandlet, die Stunde der Culmination giebt.

Will man dieſe Stunde in Sternzeit haben, ſo iſt es genug, den Abſtand der Nachtgleiche auf den Mittag des Tages, von dem die Rede iſt, in die Rechnung zu bringen. Dieſer iſt ſo, wie die geraden Aufſteigungen der vornehmſten Sterne, ſchon in die Sternzeit verwandlet, in den Ephemeriden, z. B. in Herrn Bode aſtronomiſchem Jahrbuche zu, finden. Für den 1 Jan. 1785 findet man für den Berliner Meridian:

Abſtand 0° ♈ von der Sonne	5 St.	9 Min.	43 Sek.
gerade Aufſt. des Sirius	6	35	42
Culmination des Sirius	11 St.	45 M.	25 S.

Verlangt man aber den Augenblick der Culmination in wahrer Sonnenzeit, ſo muß der Abſtand der Nachtgleiche für den Augenblick der Culmination ſelbſt, der aus der vorigen Rechnung wenigſtens beyläufig bekannt iſt, geſucht werden. Die Ephemeriden zeigen, daß dieſer Abſtand vom Mittage des 1 Jan. 1785 bis zum folgenden Tage um 4 Min. 24 Sec. abnehme Nimmt er nun in 24 St. um ſo viel ab, ſo berechnet man durch die Regel Detri leicht, daß er in 11 St. 45 Min. 25 Sec. um 2 Min. 9 Sec. abnehme, welche alſo von dem obigen Abſtande, oder, was eben ſo viel iſt, von dem Reſultate der vorigen Rechnung, noch abzuziehen ſind. Dies giebt

Culm. des Sirius 1 Jan. 1785. 11 St. 43 M. 17 S.

Es iſt zwar auch hier die Rechnung in Sternzeit geführt, aber das Fortrücken der Sonne vom vorigen Mittag an bis auf den Augenblick, auf den die jetzige Rechnung gerichtet iſt, beträgt genau ſo viel, daß die vorhergefundene Sternzeit dadurch in eben ſo viel wahre Sonnenzeit, als jetzt gefunden worden, verwandlet wird. Alſo culminirte Sirius am 1 Jan. 1785 zu Berlin Abends um 11 Uhr 43 Min. 17 Sec. nach wahrer Sonnenzeit.

Aus der Zeit der Culmination findet man durch Subtraction des in Zeit verwandleten halben Tagbogens, oder der halben Dauer der Sichtbarkeit, die Stunde des Aufgangs, durch Addition deſſelben die Stunde des Untergangs, ſ. **Tagbogen, Aufgang, Untergang.**

Cykel, Cyclus, *Cycle.* Man verſteht unter einem Cykel eine gewiſſe Reihe von Jahren, die nach einander fort gezählet werden, bis man nach Endigung des letzten Jahres eine neue Reihe anfängt, und die vorigen Zahlen wiederholet.

Die Cykel ſind von den älteſten Zeiten her zur Erleichterung der Zeitrechnung gebraucht worden. Bey uns

ſind nur noch drey derſelben gewöhnlich, der Sonnency-kel, Mondcykel und Indictionscykel.

Der Sonnencykel (Cyclus Solis, *cycle ſolaire*) iſt eine Reihe von 28 Jahren, binnen welcher Zeit nach der Einrichtung des Julianiſchen Kalenders die Sonntage (alſo auch alle übrigen Wochentage) wieder in eben derſelben Ordnung auf dieſelben Monatstage fallen. Da das Jahr der Geburt Chriſti nach der bey uns eingeführten Zeitrechnung das 10te des damaligen Sonnencykels geweſen iſt, ſo muß man zu der Jahrzahl 9 hinzuſetzen, und durch 28 dividiren, z.B. 1786 + 9, oder 1795 durch 28 dividirt, giebt 64, und läſt zum Reſte 3. Der Ueberreſt 3 zeigt, daß das Jahr 1786 das dritte des gegenwärtigen Sonnencykels, oder daß der Sonnencykel für daſſelbe 3 ſey; der Quotient 64 zeigt an, daß ſeit Chriſti Geburt 64 ſolche Cykel verfloſſen ſind.

Der Mondcykel (Cyclus lunae, *cycle lunaire*) begreift eine Reihe von 19 Jahren, binnen welcher Zeit die Neumonde wiederum auf die vorigen Tage des Jahres zurückkommen, weil 19 Sonnenjahre ziemlich genau 235 Mondwechſel oder Lunationen ausmachen. Der Athenienſer Meton führte dieſen Cykel 433 Jahre vor C. G. in den griechiſchen Kalender ein, um denſelben mit dem Laufe der Sonne und des Mondes zugleich übereinſtimmend zu machen. Man fand ſeinen Nutzen ſo groß, daß man die Zahl eines jeden Jahres in demſelben die güldene Zahl nannte. Dennoch iſt er nicht völlig genau; er enthält 6940 Tage, da 235 Mondwechſel nur 6939 Tage 16 St. 32 Min. ausmachen. Daher verbeſſerte ihn ſchon Kallippus ohngefähr hundert Jahre darnach, nahm vier Cykel oder 76 Jahre unter dem Namen der Kallippiſchen Periode zuſammen, und ließ von dem letzten einen Tag hinweg, ſo daß der Unterſchied der ganzen Periode von 27759 Tagen, und der darinn enthaltenen 940 Mondwechſel (welche 27758 Tage 18 St. 8 Min. ausmachen), nur 5 St. 52 Min. betrug. Wir machen in unſerm Kalender von dem Mondcykel des Meton noch jetzt Gebrauch. Da das Jahr der Geburt Chriſti nach der gemeinen Rech-

nung das zweyte des damaligen Mondcykels war, ſo addire man zu der Jahrzahl 1, und dividire durch 19. Der Reſt zeigt dann für das gegebne Jahr ſeine Zahl im Mondcykel, oder ſeine güldne Zahl an. So findet man für 1786 die güldne Zahl I.

Der **Indictionscykel** (Cyclus indictionum ſ. indictionis Romanae, *cycle de l' indiction Romaine*) begreift eine Reihe von 15 Jahren, oder drey römiſche Luſtra. Man leitet ihn von einer Einrichtung der römiſchen Kaiſer her, die Steuern auf ſo viele Jahre auszuſchreiben. Er iſt jetzt nur darum noch zu bemerken, weil er bey der julianiſchen Periode mit zum Grunde liegt (ſ. Periode, julianiſche), und weil bisweilen in den Urkunden das Jahr der Indiction angegeben wird. Man findet die Indiction im Reſte, wenn die um 3 vermehrte Jahrzahl durch 15 dividiret wird. So iſt für 1786 die Indiction 4.

Von dem Gebrauch der Cykeln wird bey dem Worte: Kalender, etwas angeführt werden.

Cylindriſche Spiegel, ſ. Spiegel, Anamorphoſen.

D.

Dämmerung, Crepuſculum, *Crépuſcule*. Das Licht, welches die Sonne ſchon einige Zeit vor ihrem Aufgange, und noch einige Zeit nach ihrem Untergange im Luftkreiſe verbreitet. Das vor Sonnenaufgang erſcheinende Licht heißt die **Morgendämmerung** (Crepuſculum matutinum, Aurora, *Crépuſcule du matin, Aurore*), und der erſte Anfang deſſelben der **Tagesanbruch** (Diluculum, *Point du jour*); das nach Sonnenuntergang noch ſichtbare die **Abenddämmerung** (Crepuſculum veſpertinum, *Crépuſcule du ſoir*).

Wäre die Erde ohne Luftkreis, ſo würden Licht und Finſterniß beym Auf- und Untergange der Sonne plötzlich abwechſeln. Die Luft aber, welche die Erde umgiebt, fängt Sonnenſtralen auf, welche ſonſt bey der Erdfläche vorbeygehen würden, bricht dieſelben, und wirft ſie mit

Beyhülfe der in ihr ſchwebenden Dünſte, Wolken ꝛc. auf Theile der Erfläche zurück, welche ſonſt dunkel geblieben wären. So erhalten wir ſchon vor Aufgang und noch nach Untergang der Sonne einiges Licht von ihr, durch die Wirkung der Atmoſphäre. Die Erfahrung lehret, daß die Morgendämmerung anfange, und die Abenddämmerung aufhöre, wenn die Sonne eine ſenkrechte Tiefe von ohngefähr 18° unter dem Horizonte erreicht hat. Dieſe 18° nemlich machen den Sehungsbogen der kleinſten Sterne aus, ſ. **Sehungsbogen**, d. i. wenn die Sonne dieſe Tiefe hat, ſieht man die kleinſten Sterne, oder es iſt völlig dunkel; ſteht ſie noch etwas höher, ſo wird man ſchon an der Gegend, der ſie nahe kömmt, Sterne vermiſſen, d. h. Wirkungen ihres Lichts oder Dämmerung wahrnehmen. Man ſieht leicht, daß es bey Beſtimmung des Sehungsbogens der kleinſten Sterne auf zufällige Umſtände, z. B. Güte der Augen, Reinigkeit der Luft, Menge und Beſchaffenheit der Dünſte, Wärme ꝛc. ankömmt, daher ihn nicht alle gleich groß angeben. Nach **Riccioli** (Almageſt. nov. To. I. p. 39.) ſetzen ihn **Alhazen** und **Vitello** 19°, **Nonius** 16°, **Tycho de Brahe** 17°, **Longomontan** 20°, **Riccoli** ſelbſt 16 — $21\frac{5}{12}$°. Die meiſten Aſtronomen aber nehmen als ein Mittel aus dieſen verſchiedenen Angaben 18° an.

Schon **Alhazen** hat hieraus die Höhe des Luftkreiſes zu beſtimmen geſucht, aber dabey blos auf die Zurückwerfung des Sonnenlichts geſehen. **Kepler** (Epit. Aſtr. Copern. p. 73. ſqq.) erinnert mit Recht, daß man auch auf die Brechung Rückſicht zu nehmen habe, und **Halley** (Phil. Trans. no. 181.) hat dem gemäß eine Verbeſſerung dieſer Beſtimmung zu geben verſucht, ſ. **Luftkreis**. Manche Stralen werden auch wohl zweymal zurückgeworfen, ehe ſie die Erde erreichen.

Man pflegt ſich 18° tief unter dem Horizonte eines Orts HR (Taf. V. Fig. 86.) einen mit demſelben parallellaufenden Kreis hr vorzuſtellen, und dieſen den **Dämmerungskreis** oder die **Grenze der Dämmerung** (circulus ſ. terminus crepuſculorum) zu nennen. Wenn die

Sonne, deren mit dem Aequator AQ parallellaufender Tagkreis tT ſeyn mag, den Dämmerungskreis bey S erreicht, ſo fängt die Morgendämmerung an, indem der Punkt A des Aequators im Mittagskreiſe PTAHhQP ſteht. Iſt nun PSD der Abweichungskreis der Sonne und SD ihre Abweichung, ſo wird der Punkt D des Aequators derjenige ſeyn, welcher mit der Sonne zugleich in den Mittagskreis kömmt; es wird alſo vom Anfange der Morgendämmerung bis zum Mittage ſo viel Zeit verfließen, als der Bogen AD des Aequators nöthig hat, ſich durch den Mittagskreis zu ſchieben. Hievon die halbe Tageslänge abgezogen, bleibt die Dauer der Morgendämmerung übrig, als welche nichts anders iſt, als der Ueberſchuß, um welchen der vom Tagesanbruche an gerechnete halbe Tag, den vom wirklichen Sonnenaufgange gerechneten halben Tag übertrift.

Es bedarf alſo, um die Dauer der Morgendämmerung zu beſtimmen, nur der Berechnung des Bogens AD, welcher das Maaß des Winkels APD iſt. Dieſer Winkel APD findet ſich durch Auflöſung des Kugeldreyecks ZPS, deſſen drey Seiten gegeben ſind, wenn die Abweichung der Sonne bekannt iſt. Es iſt nemlich die Seite ZP der Aequatorhöhe des Orts, die Seite PS dem Complemente der Abweichung SD gleich, und die dritte Seite ZS = $90° + 18° = 108°$. Hieraus giebt die ſphäriſche Trigonometrie den Winkel ZPS oder APS, der als ein Bogen des Aequators angeſehen, und in Zeit verwandlet, nach Abzug der halben Tageslänge (deren Erfindung bey dem Worte: Aſcenſionaldifferenz gelehrt wird), die Dauer der Morgendämmerung giebt.

Für eine ſüdliche oder negative Abweichung der Sonne ändert ſich hiebey nichts weiter, als daß ſtatt des Complements der Abweichung (90° — Abw.) jetzt die Summe von 90° und der Abweichung (90° + Abw.) genommen werden muß. Es iſt auch die ganze Rechnung auf Sternzeit zu richten, die gefundene Dauer aber, eben ſo wie bey der Berechnung der Tageslänge, und aus gleichen Gründen, für wahre Sonnenzeit anzunehmen. Daß ſich eben

ſo auch die Dauer der Abenddämmerung finden läſt, wird jeder leicht überſehen; man wird aber nie beträchtlich irren, wenn man für jeden Tag die Dauer beyder Dämmerungen gleich ſetzt, zumal die angenommene Tiefe des Dämmerungskreiſes von 10° ohnehin nur ein im Durchſchnitte genommenes Mittel iſt.

Die Dauer der Dämmerungen iſt für verſchiedene Orte der Erde, und für verſchiedene Jahrszeiten verſchieden. Für Berlin z. B. iſt ſie zu Anfang des Jahrs 2 St. 15 Minuten, und nimmt bis zum 1 März bis auf 1 St. 58 Min. ab. Von dieſem Tage an nimmt ſie wiederum zu bis zum 16 May, wo ſie 3 St. 42 Min. lang dauret, ſo daß nun bey den kurzen Nächten des Sommers die Abenddämmerung völlig bis Mitternacht anhält, und mit der Morgendämmerung des folgenden Tages ein einziges die ganze Nacht durch daurendes Ganzes ausmacht. Dieſe durch die ganze Nacht währende Dämmerung hält bis zum 25 Jul. an, wo ſich Abend- und Morgendämmerung wieder ſcheiden, jede 4 St. dauret, und um Mitternacht einige Minuten lang völlige Dunkelheit herrſcht. Von dieſem Tage an werden die Dämmerungen wieder kürzer, bis ſie am 11 October wieder 1 St. 58 Min. lang ſind, und von dieſem Tage bis zum kürzeſten (d. 21 Dec.) wieder bis auf 2 St. 15 Min. zunehmen.

In den Ländern, welche unter dem Aequator der Erde liegen, dauert die Dämmerung an den Tagen der Nachtgleichen 1 St. 12 Minuten, und wird deſto länger, je mehr ſich die Sonne vom Aequator entfernt, oder je gröſſer ihre Abweichung wird. Unter den Polen der Erde, welche eine halbjährige Nacht haben, dauret die Abenddämmerung faſt zween Monate nach Verſchwindung der Sonne, und die Morgendämmerung fängt faſt zween Monate vor ihrer Widererſcheinung an, ſo daß dadurch ein großer Theil dieſer langen Nacht mit Hülfe der Atmoſphäre erleuchtet wird.

Man ſieht aus der Figur, daß die Dämmerung die ganze Nacht hindurch dauern muß, wenn $Qt > Qr$, oder wenn t über r fällt, d. h. wenn die Sonne, ſelbſt bey ihrer

gröſten Tiefe unter dem Horizonte um Mitternacht, doch den Dämmerungskreis noch nicht erreicht. Wird hingegen Qt < Qr, ſo trennt ſich die Abenddämmerung wieder von der Morgendämmerung. Die Grenze, wo dies geſchieht, iſt da, wo Qt = Qr. Es iſt aber Qt = SD oder der Abweichung der Sonne, Qr hingegen = QR – Rr, d. i. gleich der Aequatorhöhe des Orts weniger 18°, oder für Berlin (wo die Aequatorhöhe = 37° 27′ 30″ iſt) = 19° 27′ 30″. Daher dauret die Dämmerung in Berlin die ganze Nacht hindurch vom 16 May bis zum 25 Jul., an welchen beyden Tagen der Sonne Abweichung beyläufig eben ſo groß iſt.

Die Tage der kürzeſten Dämmerung zu finden, iſt eine Aufgabe, deren Auflöſung durch Differentialrechnung Johann Bernoullin (Opp. T. I. p. 64. ingl. Act. erudit. 1692. p. 446.) nebſt ſeinem Bruder fünf Jahre lang beſchäftiget hat. Dennoch hatte ſie ſchon Nunnez oder Nonius (De crepuſculis, liber. 1541. P. II. prop. 17.) durch die Geometrie der Alten aufgelöſet. Die ausführliche Auflöſung durch Differentialrechnung vermittelſt der Methode des Gröſten und Kleinſten hat erſt de l'Hoſpital (Analyſe des infiniments petits, edit. de Paris. 1696. p. 52.) bekannt gemacht, und Hr. Käſtner (Lulofs Einl. zur Kenntniß der Erdkugel, durch Käſtner, Gött. u. Leipzig 1755. gr. 4. S. 84. u. f.) hat ſie aus den ſogenannten Formeln des Maupertuis, die aber eigentlich von Hrn. K. ſelbſt gefunden worden ſind, hergeleitet. Für den Tag der kürzeſten Dämmerung muß

Sin. der Abw. der ☉ = ſin. Polhöhe × tang. 9°

ſeyn, woraus für die Polhöhe von Berlin (52° 32′ 30″) die Abweichung der Sonne 18° 5′ gefunden wird, eine ſüdliche Abweichung, welche die Sonne um den 1 März und 11 October erhält.

Die bisher betrachtete Dämmerung wird die aſtronomiſche genannt. Man unterſcheidet von ihr die gemeine oder bürgerliche Dämmerung, welche die Zeit begreift, da man in Wohnungen, welche nicht gerade gegen

den Ort der auf- oder untergehenden Sonne gekehrt ſind, des Abends Licht anzuzünden genöthiget iſt, oder des Morgens Licht zu brennen aufhören kan. Lambert hat in ſeiner Photometrie durch ſehr umſtändliche Beobachtungen gezeigt, daß, wenn die Sonne eine Tiefe von 6° 23½′ unter dem Horizonte erreicht, ſich die Grenzen des noch erleuchteten Kreiſes am Himmel gerade durch den Scheitelpunkt ziehen, ſo daß man alsdann an der von der Sonne ab gekehrten Seite des Himmels die größern Sterne ſieht, wenn dies an der andern Seite durch die Dämmerung verhindert wird. Für dieſe Dämmerung muß alſo der Dämmerungskreis in einer Tiefe von 6° 23½′ mit dem Horizonte parallel gezogen werden. Dies ausgenommen, bleiben die Rechnungen den vorigen ähnlich. Die gemeine Dämmerung iſt zu Berlin im Anfange des Jahrs 52 Min. lang, nimmt bis in den Anfang des März auf 42 Min. ab, ſteigt dann bis zum längſten Tage auf 62 Minuten, nimmt bis in den October wieder auf 42 Min. ab, und ſteigt bis zum Ende des Jahrs wieder auf 52 Min.

Auch zeigt ſich an dem der wahren Dämmerung entgegengeſetzten Orte des Himmels eine Erſcheinung, wie ein dunkles bläuliches Segment, oben mit einem röthlichen Bogen begrenzt. Funk (De coloribus coeli, Vlm. 1716. p. 144) und Mairan (Traité de l'aurore boreale, edit. 2. p. 79.) haben ſie bemerkt. Der letztere nennt ſie die Gegendämmerung, (*Anticrepuſcule*). Sie ſcheint durch des Lichtes Brechung und Zurückwerfung von der innern Atmoſphäre, wie gleichſam von einem Gewölbe, verurſachet zu werden.

Lulofs Einleitung zur Kenntniß der Erdkugel, durch Käſtner, Gött. u. Leipz. 1755. gr. 4. §. 555. u. f.

Aſtronomiſches Jahrbuch unter Aufſicht der königl. Akad. der Wiſſ. zu Berlin für das Jahr 1775.

Torb. Bergmann Geſchichte der Wiſſenſchaften von der Dämmerung in den ſchwediſchen Abhdl. für 1760.

Dämmerungskreis, Grenze der Dämmerung, Circulus ſ. terminus crepuſculorum, *Cercle, auquel commencent et finiſſent les crepuſcules*. Ein kleinerer Kreis

an der Himmelskugel, welcher unter dem Horizonte in einem ſenkrechten Abſtande von 18° mit dem Horizonte parallel gezogen wird, wie hr (Taf. V. Fig. 86.). Man nimmt nemlich an, daß die Morgendämmerung anfange und die Abenddämmerung aufhöre, wenn die Sonne 18° tief unter dem Horizonte ſteht, d. i. wenn ſie dieſen Kreis erreicht hat, ſ. Dämmerung.

Bey einigen Schriftſtellern wird auch unter dem Namen Dämmerungskreis derjenige helle Kreis verſtanden, der ſich am Morgenhorizonte vor Sonnenaufgang, und am Abendhorizonte nach Sonnenuntergang, ganz oder zum Theil zeigt, deſſen Glanz die Dämmerung verurſacht, und die Sterne unſern Augen entzieht. Nach Lamberts Beſtimmungen geht die Peripherie dieſes Kreiſes durch das Zenith, wenn die Sonne 6° $23\frac{1}{2}'$ tief unter dem Horizonte ſteht.

Dämpfe, Vapores elaſtici, *Vapeurs élaſtiques.* Wenn flüßige Körper, auch ſelbſt feſte, einem ſehr ſtarken Grade von Hitze ausgeſetzt werden, ſo werden ihre Theile auf einmal in einen viel größern Raum ausgedehnt, und erhalten dabey einen ſehr hohen Grad von ſpecifiſcher Elaſticität. Es ſcheint ſich ein Theil der Körper mit der Materie des Feuers zu verbinden, und gleichſam im Feuer aufgelöſet zu werden. In dieſem Zuſtande heißen die Theile der Körper Dämpfe oder elaſtiſche Dünſte (*vapeurs élaſtiques*). Man könnte alſo die Dämpfe Auflöſungen der Körper in der Materie des Feuers oder im Elementarfeuer nennen. Der Vorgang dieſer Auflöſung ſelbſt heißt die Verdampfung.

Die elaſtiſchen Materien, welche aus den Körpern bey ihrer Bearbeitung durch die Hitze hervorgehen, ſind von zweyerley Art. Einige nemlich bleiben auch, wenn ſie wieder erkalten, noch immer elaſtiſch; dies ſind die ſogenannten Luftgattungen, Gasarten, bleibend-elaſtiſche Flüßigkeiten (*permanently elaſtics*), ſ. Gas: andere werden in der Kälte, d. i. wenn ſie das Feuer, mit dem ſie nur ſchwach verbunden waren, wieder verläſt, wie-

der in das vorige tropfbare Fluidum, das ſie vorher ausmachten, oder auch in feſte Körper (Blumen) verwandlet, und verlieren ihre Elaſticität, die alſo offenbar von ihrer Verbindung mit dem Feuer herrührte; und dieſes ſind die Dämpfe, deren Kennzeichen daher dieſes iſt, daß ſie durch Berührung kalter Körper verdichtet werden (*condenſables by the cold*), wobey unter Verdichtung nicht blos Zuſammenziehung in einen engern Raum, ſondern auch Wiederherſtellung zu einem tropfbaren oder feſten nicht mehr oder doch weit weniger elaſtiſchen Ganzen verſtanden wird.

Das deutlichſte Beyſpiel von Erzeugung der Dämpfe giebt die Aeolipile, Dampfkugel, ſ. Windkugel, eine metallne Kugel mit einer engen ofnen Röhre, in welcher Waſſer gekocht wird. Allenfalls kan man eben daſſelbe in einem gemeinen Theekeſſel wahrnehmen. Das Waſſer nemlich bleibt bis zu einem gewiſſen Grade der Hitze (gemeiniglich iſt es der 212te Grad des Fahrenheitiſchen Thermometers) ruhig; ſobald aber ſeine Hitze dieſen Grad überſteigt, fängt es an zu kochen, und verwandlet ſich in eine flüßige höchſt elaſtiſche Materie, die aus der Aeolipile wie ein heftiger Wind durch die Oefnung der Röhre ausſtrömt, und in ein Gefäß von gleicher oder noch ſtärkerer Hitze aufgenommen, die Durchſichtigkeit, Elaſticität und alle übrigen mechaniſchen Eigenſchaften der Luft hat und beybehält. Trift aber dieſe ausſtrömende heiße Flüßigkeit außer dem Gefäße die kältere Luft der Atmoſphäre an, ſo erſcheint ſie in derſelben als eine Art von Nebel oder Dunſt, und verſchwindet endlich unvermerkt, indem ſie ſich mit der Luft im Zimmer vermiſcht; ſtößt ſie gegen die Oberfläche eines kalten Körpers, ſo verdichtet ſie ſich zu Tropfen, welche dieſe Oberfläche überziehen, und aufgeſammlet nichts anders, als ein Theil des vorher in der Aeolipile befindlichen Waſſers ſind. Dieſe ausſtrömende Materie iſt alſo ein wahrer Dampf, eine Verbindung des Elementarfeuers mit den Theilen des Waſſers. Ganz ähnliche Erſcheinungen bemerkt man, wenn die Aeolipile ſtatt des Waſſers mit andern Flüßigkeiten gefüllt iſt,

woraus erhellet, daß jede Flüßigkeit durch einen gewiſſen Grad der Hitze in Dämpfe aufgelöſet werde.

Herr de Sauſſure vermuthet zu Folge der Verſuche des Lavoiſier (Mém. de Paris. 1777.), daß ſowohl die Luftgattungen, als die Dämpfe, ihre Elaſticität dem mit ihren übrigen Beſtandtheilen verbundenen Elementarfeuer zu danken haben. Wenigſtens iſt nach ihm durch dieſe Verſuche erwieſen, daß die Entbindung der Luftarten eben ſowohl als die Erzeugung der Dämpfe eine beträchtliche Menge Elementarfeuer aufzehre, und daß man dieſes Feuer deutlich wiederfinde, ſobald beyderley Materien ihre Elaſticität verlieren. Vielleicht, ſagt er, ſind Luftgattungen und Dämpfe nur dadurch verſchieden, daß jene ſtärker und inniger, dieſe ſchwächer, mit dem Feuer verbunden ſind.

Die Luft ſcheint zu dieſer Erzeugung der Dämpfe nichts beyzutragen; ſie iſt ihr vielmehr durch ihren Druck einigermaßen hinderlich. Die Entſtehung der Dämpfe nemlich erfordert außer dem nöthigen Grade der Hitze auch einen gewiſſen Grad der Freyheit von äußerm Druck, ſo daß bey ſtarkem Drucke eine große Hitze nöthig iſt, um Dämpfe zu erzeugen, bey völlig aufgehobnem Drucke hingegen, wie z. B. im luftleeren Raume, eine geringe Wärme ſchon Dämpfe hervorbringt, daher auch das Queckſilber im Barometer, wo es ein Vacuum über ſich hat, bey mäßiger Wärme verdampft. Aus eben dieſer Urſache erfordert das Sieden oder **Kochen**, welches eine Folge der Verdampfung iſt, deſto mehr Hitze, wenn die zu kochende Materie eingeſchloſſen oder ſtärker gedrückt iſt, da hingegen im luftleeren Raume das Waſſer bey geringer Wärme kocht, ſ. Sieden. Der Druck der Atmoſphäre ſetzt daher der Verdampfung jederzeit einigen Widerſtand entgegen. Iſt die Hitze ſtark genug, dieſen oder jeden andern äußern Widerſtand zu überwinden, ſo verwandlet ſie das Waſſer in einen ganz reinen **elaſtiſchen** Dampf, der die Luft aus den Gefäßen, worinn es kocht, austreibt, die Gefäße anfüllt, und bey anhaltendem Feuer, wodurch er ſich immer mehr ausbreitet, die ſtärkſten Wirkungen hervorbringen kan. Iſt das Feuer oder die Wärme zu ſchwach,

um den Dampf rein auszutreiben, ſo verbindet es ſich nichts deſto weniger mit einigen Theilen des Körpers; allein die geringe Menge des ſo entſtehenden Dampfs iſt zu ſchwach, um die Luft zu durchdringen; ſie vermiſcht ſich alſo mit derſelben, ehe ſie ſichtbar wird, wird von ihr aufgelöſet, und macht ſo eine Auflöſung des Dampfs in der Luft aus, für die man ſonſt keinen Namen hatte, und die Herr de Sauſſure aufgelöſten elaſtiſchen Dampf (*vapeur élaſtique diſſoute*) nennet. Dieſes iſt nach ihm die Geſchichte und Theorie der Ausdünſtung aller Körper, ſ. Ausdünſtung.

Er behauptet nemlich, daß es gar keine Ausdünſtung ohne Verdampfung gebe, d. h. daß die Luft nicht das Waſſer (ob auch andere flüßige Materien, drückt er nicht deutlich aus) unmittelbar, ſondern erſt durch Hülfe des Feuers auflöſe; daß es blos der durchs Feuer erzeugte Dampf ſey, den die Luft aufnimmt, und in ſich aufgelöſet hält. Er gründet dieſe Behauptung darauf, daß ihm die Verſuche mit einem Manometer, welches mit Waſſer und Luft in eine Glaskugel eingeſchloſſen war, gezeigt haben, die Ausdünſtung vermehre das Volumen der Luft durch eine hervorgebrachte elaſtiſche Materie, welche dünner als die Luft ſelbſt, und nichts anders, als das in Dämpfe verwandlete Waſſer, ſey. Hieraus würde denn folgen, daß der Dampf der Aeolipile mit dem, was bey der gewöhnlichen täglichen Ausdünſtung aus dem nicht erwärmten Waſſer aufſteigt, völlig einerley, nur jener dünner und reiner, dieſes dichter und mehr mit der Luft verbunden ſey. So viel wenigſtens iſt gewiß, und den Phyſikern längſt bekannt geweſen, daß die Verdampfung der Auflöſung des Waſſers in der Luft vorzüglich günſtig ſey, ſo wie auch die Verſuche mit der Aeolipile zeigen, daß der aus ihr hervordringende Dampf in der Luft des Zimmers bald völlig aufgelöſet wird, ohne ihre Durchſichtigkeit zu hindern.

Die Elaſticität der Dämpfe iſt ungemein ſtark, und bringt, wenn ſie in einen engen Raum eingeſchloſſen werden, der ihrer Ausdehnung Widerſtand entgegenſetzt, beträchtliche Wirkungen hervor. Beyſpiele hievon ſind das

Kniſtern und Sprühen des feuchten Brennholzes, die Knallkügelchen, hohle Glaskugeln mit etwas Waſſer, die auf glühenden Kohlen mit einem heftigen Knalle zerſpringen, das Spielwerk der Kinder, die einen Schlüſſel mit Waſſer füllen, mit einem Pfropfe verſtopfen, und durch Erhitzung des Waſſers über der Lichtflamme oder auf Kohlen den Pfropf mit einem Knalle heraustreiben, ingleichen die Aeolipile, aus welcher der Dampf mit Gewalt, wie ein Wind, hervorbricht, deſſen Wirkungen ſich oft bis auf etliche Schuhe weit erſtrecken. Waſſer auf geſchmolzene Metalle gegoſſen, platzt mit der gröſten Heftigkeit umher, und zerſtreut dadurch oft einen Theil des ſchmelzenden Metalls ſelbſt mit der gewaltſamſten Wirkung, indem es durch die große Hitze ſehr plötzlich in Dämpfe verwandlet wird. Man kan auch einen Theil der Wirkung des Schießpulvers durch die Dämpfe erklären, in welche theils das Kryſtalliſationswaſſer des Salpeters, theils das aus Entzündung der Knallluft entſtandene Waſſer beym Abbrennen verwandlet wird. Muſſchenbroek (Introd. §. 1468.) giebt an, die Kraft des heißen Dampfs ſey bisweilen 30mal ſtärker, als die Kraft des Schießpulvers, und es ſey kein Gefäß ſtark genug, den höhern Graden derſelben zu widerſtehen.

Der Dampf, welcher aus Waſſer entſteht, iſt leichter, als atmoſphäriſche Luft, und nimmt mithin einen weit größern Raum ein, als die Maſſe Waſſer, woraus er entſtanden iſt. Muſſchenbroek (a. a. O.) behauptet, der Dampf des heißen Waſſers nehme, obgleich vom Gewichte der ganzen Atmoſphäre zuſammengedrückt, wenigſtens 14000mal ſo viel Raum ein, als das Waſſer; denn, wenn man einen Waſſertropfen in einer holen Glaskugel erhitze und in Dampf verwandle, nachher aber die Oefnung der Kugel in Queckſilber bringe, ſo fülle dieſes nach dem Erkalten die ganze Kugel bis auf $\frac{1}{14000}$ ihrer Capacität aus. Es ſind aber die Folgen aus Verſuchen dieſer Art vielen Fehlſchlüſſen ausgeſetzt. James Watt (Göttingiſches Magazin, 3ten Jahrg. 2tes St. S. 223. f.) hat hierüber die neueſten Verſuche angeſtellt, und die Ausdehnung weit kleiner gefunden, als ſie Muſſchenbroek

angiebt. Er ſetzt nemlich den Dampf nur etwa halb ſo ſchwer, als die Luft, mithin ohngefähr 1600mal leichter, oder in einen 1600mal größern Raum ausgedehnt, als das Waſſer.

Durch die Berührung mit kalten Körpern werden die Dämpfe wiederum zu eben den Materien, aus welchen ſie entſtanden waren, verdichtet. Dieſe Materien werden gleichſam aus dem Feuer, das ſie aufgelöſet hielt, niedergeſchlagen. Hierauf gründet ſich die Deſtillation, bey welcher die in Dämpfe auflösbaren oder flüchtigen Theile der Körper durch die Hitze von den feuerbeſtändigen geſchieden, und in kältere Gefäße übergetrieben werden, wo ſie ſich verdichten und in flüßiger oder feſter Geſtalt wieder ſammeln, ſ. **Deſtillation.** Füllt man Gefäße ganz mit Dämpfen an, und kühlt ſie, nachdem ſie verſchloſſen worden, ab, ſo ziehen ſich die Dämpfe plötzlich in einen bey weitem geringern Raum zuſammen, und es entſteht daher ein luftleerer Raum. Hierauf gründet ſich die Luftpumpe des Herrn Wilke und die Dampfmaſchine, ſ. **Luftpumpe, Dampfmaſchine.**

De Sauſſure Eſſais ſur l'hygrometrie, Eſſai III. ch. 1. *Des vapeurs élaſtiques.*

Lichtenberg Anm. zu Erxlebens Anfangsgr. der Naturlehre, bey §. 434.

Dampfmaſchine, Feuermaſchine, Machina ope ignis ſ. vaporum mota, *Pompe à feu.* Eine Maſchine, welche vermittelſt der Dämpfe des kochenden Waſſers in Bewegung geſetzt wird. Die bewegende Kraft iſt eigentlich der Druck der Luft gegen den luftleeren Raum, welcher durch plötzliche Abkühlung der Dämpfe entſteht. Gewöhnlich werden Maſchinen dieſer Art zu hydrauliſchen Abſichten, oder zu Erhebung großer Mengen von Waſſer an ſolchen Orten gebraucht, wo die dazu nöthige Feurung leichter und wohlfeiler zu haben iſt, als die Veranſtaltungen, welche andere bewegende Kräfte erfordern.

Nach **Desaguliers** (Courſe of experimental philoſophy, To. II. S. 465.) ſoll der **Marquis von Worceſter** der eigentliche Erfinder dieſer Maſchinen, wenig-

ſtens der erſte ſeyn, der den Gedanken davon in einer Schrift (A century of the names and ſcantlings of ſuch inventions, as at preſent I can call to mi d Glasgow. 1677. 12.) angeführt hat. Aus dieſer Schrift ſoll Thomas Savery, der insgemein für den Erfinder gehalten wird, die Sache entlehnt haben. Andere nennen Newcomen als den Urheber dieſer Erfindung. Doch bleibt dem Savery unſtreitig die Ehre der erſten Ausführung Philoſ. Tranſact. 1694.), die er auch in einem 1699 erſchienenen Buche ſelbſt beſchrieben hat. Um eben dieſe Zeit beſchäftigte ſich Papin in Marburg mit ähnlichen Verſuchen (ſ. Ars nova ad aquam ignis adminiculo efficaciſſime elevandam, Caſſellis. 1707 4) Man findet dieſe ältern Einrichtungen der Dampfmaſchine bey Leupold, (Theatr. machin. generale, Tab. LII LIII.) abgebildet und beſchrieben. Eine ſolche Maſchine ward mit beträchtlichen Verbeſſerungen von Potter, einem Engländer, zu Königsberg in Ungarn angelegt, um die Waſſer aus den Gruben zu fördern; ſie iſt unter dem Namen der Potteriſchen Feuermaſchine bekannt, und wird von Leupold (Theatr. mach. hydraul. To. II. §. 202. ſqq. Tab. XLIV.) beſchrieben. Den daſelbſt befindlichen Nachrichten zufolge ſcheint ſie in den Jahren 1722 oder 1723 zu Stande gekommen zu ſeyn. Sie brauchte täglich drey Klaftern Holz, und hob in 25 Sätzen Röhren von 6 Zoll Durchmeſſer und 4 Klaftern Höhe das Waſſer 14mal in einer Minute 6 Schuhe hoch. Der Druck der Luftſäule auf den Kolben ward auf 111 Centner gerechnet. Von der um eben dieſe Zeit in London angelegten Dampfmaſchine, welche das Waſſer aus der Themſe erhebt, und in die Stadt führt, handlet eine eigne im Jahr 1726 herausgekommene Beſchreibung, welche Weidler (Tr. de machinis hydrauliſcis toto terrarum orbe maximis, Marlienſi et Londinenſi, Viteb. 1728. 4) ins Lateiniſche überſetzt hat. Dieſe hob in 24 Stunden 14400 Eimer Waſſer, und der Druck der Luftſäule betrug 9599 Pfund.

In Frankreich hatte zwar ſchon Amontons (Mém. de Paris. 1699.) Vorſchläge dieſer Art gethan; allein es

ſind auch hier die erſten Dampfmaſchinen von Engländern angegeben worden. Belidor (Architecture hydraulique, To. II. p. 308. u. f.) beſchreibt ſehr umſtändlich und lehrreich diejenige, welche zu Freſnes, einem nahe bey Conde liegenden Dorfe, erbauet war, um die Grubenwaſſer aus den daſelbſt befindlichen Steinkohlenſchächten zu fördern. Da dieſe Maſchinen aus ſehr vielen einzelnen Theilen zuſammengeſetzt ſind, deren ausführliche Beſchreibung mehr Raum und Abbildungen erfordern würde, als hier darauf zu verwenden möglich iſt, ſo werde ich deshalb auf Belidors angeführte Stelle verweiſen, und hier nur eine kurze Nachricht von den Haupttheilen der Maſchine geben, zu deren Erklärung Taf. V. Fig. 87. gehört.

Der Mechaniſmus dieſer Maſchinen beruht, im Ganzen betrachtet, auf einem Hebel oder Baume (*balancier*) AB, der an dem einen Ende B mit den Saugpumpen, welche das Waſſer heben ſollen, am andern mit einem Kolben verbunden iſt, der in einem Cylinder oder Stiefel PQ auf und nieder geht. Dieſer Cylinder ſteht mit einem großen kupfernen Keſſel oder Helme in Verbindung; beyde ſind wohl verſchloſſen, ſo daß keine äußere Luft hineinkommen kan; der Keſſel ſteht über einem Ofen R, deſſen Feuer die Maſchine treibt.

Das im Keſſel kochende Waſſer wird in Dämpfe verwandlet, welche in den Cylinder aufſteigen, und den Raum ausfüllen, der durch das Heraufgehen des Kolbens leer wird. Der Kolben ſelbſt wird durch das Uebergewicht des Hebels, der an der Seite B ſtärker, als an der andern A. belaſtet iſt, aufgezogen. Sobald der Kolben ſeine höchſte Stelle erreicht hat, ſchiebt die Maſchine vermittelſt einer am Hebel bey H anhängenden Stange einen Deckel oder Schieber, den ſogenannten Regulator, vor die untere Oefnung der Röhre, welche den Cylinder mit dem Keſſel verbindet, ſo, daß weiter keine heißen Dämpfe aus dem Keſſel aufſteigen können. Eben dieſe Stange öfnet zugleich einen Hahn K, wodurch eine Einſpritzung von kaltem Waſſer in den Cylinder veranlaſſet wird. Dieſes kalte Waſſer ſpritzt von unten auf gegen die untere Seite des

Kolbens, fällt von derſelben in Geſtalt eines Regens zurück, und verdichtet die Dämpfe wieder. Hiedurch entſteht ein leerer Raum, und die auf den Kolben drückende Luftſäule treibt denſelben wiederum auf den Boden des Cylinders zurück, zieht das mit dem Kolben verbundne Ende A des Hebels niederwärts, und erhebt dadurch das andere Ende B mit der daran befindlichen Schachtſtange, welche die Kolben der Saugpumpen mit ſich in die Höhe zieht. Hiebey geht zugleich die bey H anhängende Stange wiederum niederwärts, öfnet den Regulator aufs neue, und verſchließt den Hahn K, daß alſo die Einſpritzung des kalten Waſſers aufhört, und die Dämpfe aus dem Keſſel wiederum eintreten können, um den Kolben aufs neue in die Höhe zu treiben, und den Hebel durch ſein Uebergewicht auf der andern Seite niederſinken zu laſſen. So hängt das Spiel der Maſchine von der abwechſelnden Wirkung der heißen Dämpfe und des kalten Waſſers, verbunden mit dem Drucke der Atmoſpäre, ab.

Die Art, wie die am Hebel bey H anhängende Stange, wenn ſie weit genug heraufgegangen iſt, den Regulator vorſchiebt, und den Hahn K öfnet, und, wenn ſie weit genug niedergeſunken iſt, gerade das Gegentheil bewirkt, beruht auf Kunſtgriffen, welche mehr zur Mechanik, als zur Naturlehre gehören. Faſt jeder Künſtler bewirkt dieſe Bewegungen auf eine andere Art. Der Hebel bewegt zugleich ein Druckwerk, wodurch das Behältniß, aus welchem das in den Cylinder einſpritzende Waſſer herabkömmt, ſtets mit neuem Waſſer verſehen wird. Viele andere theils zum Mechanismus ſelbſt, theils zur Bequemlichkeit und Sicherheit der Maſchine gehörige Stücke muß ich hier ganz unberührt laſſen.

Dieſe Dampfmaſchinen ſind vorzüglich in den Bergwerken, wo man beym Mangel genugſamer Aufſchlagewaſſer in große Tiefen zu wirken hat, mit Vortheil zu gebrauchen, und daher beſonders in den engliſchen Bergwerken häufig angelegt, wo die Feurung mit Steinkohlen geſchieht. Dennoch iſt dieſe Feurung koſtbar, und man verbraucht zu einer großen Feuermaſchine in Cornwallis jähr-

lich für 3000 Pfund Sterling Kohlen. Man hat aus dieſer Urſache viel an der Verbeſſerung der Dampfmaſchinen gearbeitet, und dabey vornehmlich zween Fehler derſelben bemerkt. Der erſte iſt, daß das eingeſpritzte kalte Waſſer durch die große Hitze des Cylinders ſelbſt erwärmt und zum Theil in Dampf verwandlet wird, der dem Drucke der Atmoſphäre auf den Kolben widerſteht, und die Kraft der Maſchine vermindert: der zweyte, daß eben dieſes eingeſpritzte Waſſer, welches auf den Boden des Cylinders zurückfällt, nicht nur den Cylinder abkühlet, ſondern auch, bey der Wiedereröfnung des Regulators, den von neuem aufſteigenden Dampf ſo lange wieder verdichtet und in Waſſer verwandlet, bis alles wieder ſo heiß, als dieſer Dampf ſelbſt, iſt.

James Watt zu Glasgow in Schottland hat durch ſeine im Jahre 1764 erfundene Verbeſſerung dieſen Fehlern abgeholfen. Um den Cylinder in einer ſtets gleichförmigen Hitze zu erhalten, vermeidet er das Einſpritzen des kalten Waſſers gänzlich, und umgiebt noch überdies den Cylinder mit einem Behältniſſe, das beſtändig mit heißem Dampfe angefüllt iſt, bekleidet ihn auch mit einer Subſtanz, welche die Hitze nur langſam durchläßt. Den Dampf verdichtet er in einem beſondern Gefäße, das er den Condenſator nennt, welches er in kaltes Waſſer ſtellt, und noch überdem inwendig kaltes Waſſer hineinſpritzet. Dieſes Waſſer wird nebſt der daraus abgeſonderten Luft durch Pumpen, welche die Maſchine ſelbſt treibt, wieder herausgezogen, und die etwa nachgebliebene durch den Dampf ſelbſt vollends herausgeblaſen. Der Kolben ſchließt ſehr genau an, damit man nicht nöthig habe, wie bey den gewöhnlichen Maſchinen, etwas Waſſer darauf fließen zu laſſen, um der Luft den Zugang zu verſchließen. Es iſt bey dieſer Maſchine auch nicht der Druck der Luft, ſondern es iſt die Elaſticität des Dampfes im Behältniſſe, welche den Kolben hinabtreibt, wenn das Vacuum unter demſelben zuwegegebracht iſt, und die Luft wird gänzlich von dem völlig mit Dampf umringten Cylinder ausgeſchloſſen.

Zu dem Ende iſt der Cylinder ſelbſt ſchmäler, als gewöhnlich, und in einer geringen Entfernung von einem zweyten cylindriſchen Behältniſſe umſchloſſen, das unten einen Boden und oben einen Deckel hat. Aus dem Zwiſchenraume zwiſchen beyden geht unten im Boden eine weite an beyden Enden ofne Röhre in den Keſſel, durch welche das Behältniß ſtets mit Dampf angefüllt wird. Der innere Cylinder hat einen Boden und einen beweglichen Kolben, wie gewöhnlich, iſt aber oben offen, ſo daß der Dampf im Behältniſſe von oben frey auf den Kolben wirken kan. Die vollkommen runde Kolbenſtange geht durch ein Loch im Deckel des Behältniſſes auf und nieder; damit dieſes Loch vollkommen dampfdicht ſey, iſt es mit einer angeſchraubten Einfaſſung von Werg umgeben.

Unten im Boden des innern Cylinders ſind zween bewegliche Schieber angebracht, wovon der eine, der **Dampfſchieber**, den Dampf aus dem Zwiſchenraume in den innern Cylinder unter den Kolben hineinlaſſen oder abſchließen kan. Der andere, der **Ausleerungsſchieber**, öfnet oder verſchließt die Mündung einer Röhre, welche zum Condenſator führet. Der Condenſator beſteht aus einer oder mehreren Pumpen, die von dem großen Hebel der Maſchine getrieben werden. Unten in den Boden dieſer Pumpe iſt die Röhre, die vom Cylinder kömmt, befeſtiget, und der ganze Condenſator ſteht in einer Ciſterne kalten Waſſers, welche durch die Maſchine gefüllt wird.

Geſetzt nun, die Luft ſey aus dem Condenſator herausgezogen, und der Cylinder mit Dampf angefüllt, ſo wird der Dampfſchieber verſchloſſen, der Ausleerungsſchieber aber geöfnet, und der Dampf ſtrömt nun mit Heftigkeit in den luftleeren Raum des Condenſators hinein. Hier berühret er aber die kalten Wände der Röhre und der Pumpen, und begegnet einer Einſpritzung von kaltem Waſſer, die mit dem Ausleerungsſchieber zugleich geöfnet wird. Dies verdichtet ihn augenblicklich zu Waſſer. Weil im Condenſator ein völliges Vacuum bleibt, ſo zieht der übrige Dampf aus dem Cylinder nach, und dieſer wird völlig ausgeleert. Nun hat der Dampf im Behältniſſe keinen Wi-

derſtand mehr von dem Dampfe unter dem Kolben gegen ſich ſondern drückt mit ſeiner ganzen Elaſticität den Kolben bis auf den Boden des Cylinders herab, wodurch der Hebel an einem Ende herabgezogen wird, und die Schachtſtange am andern Ende hebt. Jetzt wird der Ausleerungsſchieber geſchloſſen, und der Dampfſchieber eröfnet, daher der Dampf abermals unter dem Kolben hineintritt, welcher demnach durch das Uebergewicht der Pumpenſtange in die Höhe gezogen wird u. ſ. f.

Dieſe verbeſſerten Dampfmaſchinen ſollen wenigſtens zwey Drittel der Feuerung gegen die vorher gewöhnlichen erſparen, und heben mit Aufwand eines Centners guter Steinkohlen 20 bis 24000 Cubikfuß Waſſer 24 Fuß hoch. Eben dieſer Watt hat auch ein Mühlrad erfunden, das durch inwendig hineingeleiteten Dampf getrieben wird. Er iſt ſeit 1774 mit Boulton zu Birmingham in Geſellſchaft getreten, und beyde haben ſeitdem verſchiedene Maſchinen dieſer Art in England zu Stande gebracht, worunter die gröſte bey Coventry in Hawkesburg Kohlenmine einen Cylinder von 58 Zoll Durchmeſſer hat, der eine Pumpe von 14 Zoll Durchmeſſer 65 Klaftern hoch bearbeitet, und regelmäßig 12 Züge von 8 Fuß Höhe in einer Minute macht. Watt erhielt ſchon 1768 ein königliches Patent, ſolche Maſchinen zu ſeinem Nutzen allein verfertigen zu dürfen, welches 1775 erneuert worden iſt. Boulton und er haben 1780 eine Maſchine für die Stadt Paris verfertigen müſſen, welche das Waſſer aus der Seine heben und durch die Quartiere der Stadt vertheilen ſoll; dieſe ward zu Schiffe nach Havre de Grace übergebracht.

Noch finde ich in Herrn Lichtenbergs Magazin für das Neuſte aus der Phyſik (II. B. 4. St. 1784. S. 211.) die Nachricht, daß Larter, ein Mechaniker in Namur, eine äußerſt einfache Feuermaſchine zuſammengeſetzt habe, bey welcher man nur den vierten Theil des Dampfes brauche, der bey den gewöhnlichen erforderlich iſt.

Es wird dem durch ſeinen Schachſpieler bekannt gewordenen Hrn. von Kempelen die Erfindung einer neuen Dampfmaſchine zugeſchrieben, welche aus einem um eine

Axe beweglichen cylindriſchen Rohre beſteht. Man ſtelle ſich das Rohr als horizontal liegend vor, wie AB (Taf. V. Fig. 88.), ſo daß es einer horizontalen Umdrehung um eine vertikale Axe C fähig iſt. Die Enden des Rohrs ſind nach entgegengeſetzten Seiten umgebogen, und endigen ſich in ſpitzige Oefnungen α, β, ſo daß das Ganze dem elektriſchen Flugrade ähnlich wird. Wird nun das Rohr mit Dampf gefüllt, ſo ſtrömt dieſer mit Heftigkeit durch die Oefnung aus, und der Widerſtand oder die Gegenwirkung nach A und B treibt den Cylinder zurück. Hieraus entſteht eine Umdrehung der Röhre um die Axe eben ſo, wie beym elektriſchen Flugrade durch das Ausſtrömen der Spitzen, oder wie bey der Segneriſchen hydrauliſchen Maſchine (Mém. de l'Ac. de Pruſſe, 1750. 1751.) durch das Ausfließen des Waſſers. Ich finde den Gedanken, eine Maſchine auf ähnliche Art durch Dämpfe zu bewegen, ſchon beym **Muſſchenbroek** (Introd. ad philoſ. natur. §. 1469.), wo das in einem vertikalen Cylinder gekochte Waſſer Dämpfe durch gegenüberſtehende Röhren ausſendet, welche an entgegengeſetzten Seiten Oefnungen haben. Die Wirkung wird ſehr richtig durch den Druck der elaſtiſchen Dämpfe gegen die Wände der Röhre erklärt, welcher bey völlig verſchloſſener Röhre nach jeden zwo entgegengeſetzten Richtungen gleich ſtark wirkt, und daher, wenn ihm in β nichts entgegen ſteht, gegen B allein drückt, und das bewegliche Gefäß nach der Richtung BD umtreibt.

Belidor Architectura hydraulica. nach der deutſchen Ueberſetzung, Augſpurg. 1740. kl. Fol. 1 Th. IV. Buch. 3 Cap.

Göttingiſches Magazin der Wiſſ. von **Lichtenberg** und **Forſter**. Dritten Jahrgangs zweytes Stück, S. 218 u. f.

Declination, ſ. **Abweichung**.

Declinationskreis, ſ. **Abweichungskreis**.

Declinatorium, ſ. **Compaß**, **Abweichung der Magnetnadel**.

Decompoſition, ſ. **Zerſetzung**.

Deflexion des Lichts, ſ. **Beugung des Lichts**.

Dehnbarkeit, Streckbarkeit, oft auch Zähigkeit, Geſchmeidigkeit, Ductilitas, *Ductilité.* Die Eigenſchaft der Körper, da man ihren Theilen allerley Lagen gegen einander geben kan, ohne daß ſie ihren Zuſammenhang unter einander verlieren. Die Theile dehnbarer oder zäher Körper müſſen immer gleich ſtark zuſammenhängen, man bringe ſie, in welche Lage man immer wolle. So läſt ſich das Gold in die feinſten Fäden ziehen, und der naſſe Thon oder das weiche Wachs in jede Geſtalt drücken. Bey feſten Körpern wird dieſe Eigenſchaft in eigentlichem Verſtande Dehnbarkeit, Streckbarkeit oder Geſchmeidigkeit genannt, und der Sprödigkeit entgegen geſetzt; bey weichen Körpern, die ſich der Natur der flüßigen nähern, heißt ſie gewöhnlicher Zähigkeit. So nennt man die Metalle dehnbar oder geſchmeidig, Thon und weiches oder geſchmolzenes Wachs zähe.

Die Metalle beſitzen einen vorzüglich hohen Grad der Dehnbarkeit, und unter ihnen das Gold den ſtärkſten. Es läſt ſich unter dem Hammer zu Blättchen ſtrecken, deren Dicke nach Reaumur (Mém. de Paris, 1713.) nicht mehr als den dreyßigtauſendſten Theil einer Pariſer Linie beträgt. Bey der Verfertigung der Goldtreſſen, welche aus einem nur auf der Oberfläche vergoldeten Silberfaden beſtehen, zeigt ſich die Dehnbarkeit des aufliegenden Goldblättchens noch weit ſtärker. Es wird dabey eine 15 Lin. dicke und 22 Zoll lange Silberſtange, welche 45 Mark wiegt, zu den gemeinen Lyoniſchen Treſſen mit einer einzigen Unze Gold überzogen oder vergoldet. Dieſe Silberſtange wird mit Gewalt durch mehrere runde Löcher in ſtählernen Platten gezogen, wovon das nächſtfolgende immer enger, als das vorhergehende, iſt. Sie wird dadurch nach und nach immer dünner und länger; dabey bleibt die Oberfläche jederzeit mit Gold bedeckt, und das Silber kömmt aus dem Innern nie unbedeckt hervor, bis zuletzt das Ganze ein ſehr feiner vergoldeter Silberfaden wird. Reaumur berechnet (a. a. O.), daß die ganze Stange von 45 Mark dadurch in einen Faden ausgezogen werde,

welcher 1163520 pariſer Schuh lang iſt. Dieſer Faden wird noch zwiſchen zween polirten Stahlcylindern durchgezogen und abgeplattet, wodurch ſeine Länge noch um den ſiebenten Theil vergrößert wird. Hieraus läſt ſich nun durch Rechnung finden, daß das Goldblättchen, welches ſeine Oberfläche umkleidet, wenn es überall gleich ſtark wäre, nur $\frac{1}{1451840}$ einer pariſer Linie dick ſeyn könne. Da es aber unmöglich überall gleich ſtark ausgedehnt ſeyn kan, ſo läſt ſich annehmen, daß es Stellen gebe, wo die Dicke dieſer Vergoldung kaum $\frac{1}{500000}$ der pariſer Linie beträgt. Dieſe erſtaunenswürdige Ausdehnung des Goldes iſt aber bey weitem noch nicht die höchſte Grenze. Es iſt kein Zweifel, daß man den Faden vielleicht noch bis über die doppelte hier angegebne Länge würde ſtrecken, und dadurch die Dehnung noch höher treiben können, wenn es nöthig wäre.

Unter die weichen und flüßigen Materien, welche in vorzüglichem Grade dehnbar oder zähe ſind, gehören vornehmlich das geſchmolzene oder ſehr erhitzte Glas, die Gummi und Harze, und die Materien, aus welchen die Spinnen und Seidenwürmer ihre Fäden ziehen.

Es iſt bekannt, daß das Glas, durch die Hitze erweicht oder geſchmolzen, alle Geſtalten annimmt, und ſich in die feinſten Fäden ausziehen läſt. Dieſe Glasfäden haben auch, wenn ſie erkalten, die Sprödigkeit oder Zerbrechlichkeit nicht mehr, die ſonſt dem Glaſe in größern Maſſen eigen iſt; ſie ſind vielmehr deſto biegſamer, je feiner und zärter man ſie gebildet hat. Es iſt ſehr leicht, das Glas in ſolche Fäden auszuſpinnen. Man hält das Ende eines Stückes Glas in die Flamme der Lampe, läſt es durch die Hitze weich werden, hängt dann ein feines gläſernes Häckchen daran, das ſogleich anhängt, und zieht daſſelbe ſchnell aus. Es nimmt einen Glasfaden mit ſich, den man mit Hülfe des Häckchens an den Umfang eines Spinnrads befeſtigt, und der ſich durch Umdrehung des Rads immer weiter auszieht, ſo daß durch ſchnelle Umdrehung die Glasmaſſe, wie der Flachs am Rocken, abgeſponnen, und der Faden um die Peripherie des Rads ge-

wickelt wird. Dieſe Fäden ſind nicht völlig rund; ihr Durchſchnitt iſt gemeiniglich ein abgeplattetes Oval, deſſen längere Axe 3—4mal ſo groß iſt, als die kürzere. Die feinſten dieſer Fäden haben erkaltet eine ungemeine Biegſamkeit. Man weiß, daß aus ſolchen Glasfäden, welche ſo fein als Haare ſind, Federbüſche und Perücken verfertiget werden, worin das Glas alle Biegungen annimmt. Reaumur glaubt, man werde aus Glasfäden Zeuge weben können, wenn man ſie ſo fein, als die Fäden der Spinne und des Seidenwurms, ausziehen könnte.

Auch die Maſſe, woraus die Spinnen ihr Gewebe ziehen, iſt im Ganzen, wie ein trocknes Gummi, ſpröde und zerbrechlich, und wird nur durch Ausziehung in Fäden von der äußerſten Feinheit biegſam. Die Spinnen haben an ihrem Hintertheile fünf Warzen, deren jede mit einer unzählbaren Menge feiner Löcher durchbohrt iſt, durch welche die Fäden hervorgehen. Wenn man bedenkt, daß ſelbſt die kleinſten Spinnen, die kaum das Ey verlaſſen haben, ſchon zu weben anfangen, obgleich ihre Warzen dem bloßen Auge unſichtbar ſind, ſo kan man daraus auf die Kleinheit der in jeder Warze in unzählbarer Menge vorhandenen Löcher und auf die bewundernswürdige Feinheit der Fäden ſchließen, deren übrigens mehrere wegen der Klebrigkeit der Maſſe zuſammenhängen, und ſich in einen Faden des Gewebes vereinigen.

Von der Urſache der Dehnbarkeit wiſſen wir ſo wenig, als von der Urſache des Zuſammenhangs überhaupt; es muß uns genug ſeyn, die Phänomene derſelben beobachten zu können.

Briſſon Dict. raiſonné de phyſique, art. *Ductilité.*

Delisliſches Thermometer, ſ. Thermometer.

Demant, ſ. Diamant.

Dephlogiſtiſirte Luft, ſ. Gas, dephlogiſtiſirtes.

Deſcenſion, ſ. Abſteigung.

Deſtillation, Deſtilliren, Deſtillatio, *Deſtillation.* Eine Operation, bey welcher die flüchtigen Theile der Körper in verſchloſſenen Gefäßen durch die Hitze in Dämpfe verwandlet, in den vorgelegten kühlen Gefäßen aber wieder verdichtet und aufgeſammlet werden, ſ. Dämpfe. So giebt das Deſtilliren ein Mittel ab, die flüchtigen Beſtandtheile der Körper von den feuerbeſtändigen zu trennen. Oft aber pflegt man auch durch das Deſtilliren Materien mit einander zu vereinigen.

Die Geräthſchaft, deren man ſich beym Deſtilliren bedient, oder das **Brennzeug** (*alembic*), iſt von verſchiedener Art. Wenn die zu deſtillirenden Materien die Metalle nicht angreifen, und blos die Siedhitze des Waſſers erfordern, ſo bedient man ſich der gewöhnlichen kupfernen Brennzeuge, dergleichen die gemeinen Brantweinblaſen ſind. Dieſe beſtehen aus den **Kolben** oder **Blaſen**, dem **Helme** und dem **Kühlgefäße**. Der Kolben dient entweder die Materien, die man der Deſtillation unterwerfen will, oder Waſſer zu enthalten, in welches ein zweyter Kolben geſetzt wird, der die Materien enthält, die man im Waſſerbade, d. i. durch die Hitze des Waſſers, deſtilliren will. Die Kolben werden jetzt flächer und weiter als ehedem gemacht, um der darinn enthaltnen Materie mehr Oberfläche zu geben, welches die Verdampfung befördert. Der Helm hat die Geſtalt eines holen Kegels mit einem Halſe, mit welchem er auf den Hals der Blaſe genau paſſend aufgeſetzt wird. Inwendig geht um ſeinen untern Theil eine Rinne rund herum. Er öfnet ſich in eine 15 — 18 Zoll lange unter einem Winkel von 60° angeſetzte Röhre, welche aus dieſer Rinne herausgeht, und durch welche die wieder verdichteten und in Tropfen zuſammengefloßnen Dämpfe in die **Vorlage** (excipulum) geleitet werden. Das **Kühlgefäß** (refrigeratorium) endlich iſt ein den ganzen Helm umringendes Gefäß, welches mit kaltem Waſſer angefüllt wird, und mit einem Hahne verſehen iſt, durch welchen man das Waſſer, wenn es heiß wird, ablaſſen kan. Dieſes den Helm umgebende Kühlgefäß iſt jedoch

von den neuern Chymiſten verworfen, und mit einem andern, welches die abführende Röhre umgiebt, vertauſcht worden. Man hat nemlich bemerkt, daß die Deſtillation langſam oder gar nicht von ſtatten geht, wenn in dem Helme ein zu ſtarker Grad der Kälte herrſcht. Fontana (Journal de phyſique 1779. Janv. p. 22.) zeigt durch zahlreiche und ſehr weit getriebne Verſuche, daß unter den Umſtänden, die auf den erſten Blick die günſtigſten ſcheinen ſollten, wenn nemlich bey einem langen, engen und wohlverſchloßnen Halſe die Blaſe aufs ſtärkſte erhitzt und der Helm oder auch die Vorlage aufs ſtärkſte erkältet iſt, gar keine Deſtillation erfolge. Man pflegt daher das Kühlgefäß erſt an die abführende Röhre zu legen, die man, um ihr mehr Länge zu geben, ſchraubenförmig umwindet, mit einem Gefäße, das kaltes Waſſer enthält, umringet, und an ihr Ende die Vorlage anbringt, in welcher die deſtillirte Flüßigkeit geſammlet werden ſoll. So werden die entſtandnen Dämpfe mehr nach und nach abgekühlt, und vollkommner verdichtet, als durch die ſtarke Erkältung des Helmes ſelbſt, welche einen bleibenden Druck der eingeſchloßnen elaſtiſchen Materie gegen die Oberfläche der Materie im Kolben verurſachet, und durch dieſen Druck der Verdampfung hinderlich iſt. Man nennt dieſe Deſtillation die aufwärts gehende (Deſtillatio per adſcenſum), und bedient ſich derſelben, um die weſentlichen Oele, die ſogenannten Spiritus rectores, den Weingeiſt ꝛc. abzuziehen. Bey Materien, welche die Metalle angreifen, muß man ſich gläſerner Brennzeuge bedienen.

Wenn die flüchtigen Theile zuſammengeſetzter Subſtanzen nur bey einem hohen die Siedhitze des Waſſers weit übertreffenden Grade der Wärme übergehen, ſo muß man ſich der Retorten bedienen. Dieſe ſind Gefäße in Geſtalt der Flaſchen mit einem langen und ſo herab gekrümmten Halſe, daß derſelbe mit der Axe des Bauchs ohngefähr einen Winkel von 60° macht. Man bereitet ſie aus Glas, aus Thon oder Steinzeug, und aus Eiſen, nach Beſchaffenheit der zu deſtillirenden Materien und der Stärke des Feuers. Statt der eiſernen haben ſchon Hales,

und nach ihm mehrere Phyſiker, bisweilen gekrümmte Flintenläufe gebraucht. Die Retorten laſſen ſich ſowohl im Sandbade als im freyen Feuer bequem gebrauchen, und in dem Reverberirofen ſo ſetzen, daß die darinn enthaltene Materie von allen Seiten her erhitzt werden kan. Da die Dämpfe aus der Retorte ſogleich durch die Seitenröhre abgehen, ſo wird dieſe Art der Deſtillation die **ſeitwärts gehende** oder **ſchräge** (Deſtillatio ad latus ſ. obliqua) genannt.

Die bey der Deſtillation aufſteigenden elaſtiſchen Materien ſind, wie ſchon bey dem Worte: Dämpfe, angezeigt iſt, entweder **Dämpfe** oder **Luftgattungen**. Die Dämpfe verdichten ſich durch die Abkühlung wieder, und erſcheinen alsdann entweder in flüßiger, oder in feſter Geſtalt. In der letztern heißen ſie **Blumen**, und die Operation bekömmt den Namen der **Sublimation**. Beydes aber, Deſtillation und Sublimation, iſt nichts anders, als Abdampfung in verſchloßnen Gefäßen, wobey die durchs Feuer abgetriebnen flüchtigen Beſtandtheile nicht davongehen, ſondern aufgeſammlet werden. ſ. **Abdampfen.**

Beym Abdampfen an freyer Luft wird der aufſteigende Dampf ſogleich von der Luft aufgelöſet, ſo daß die abzurauchende Materie von ſeinem Drucke nichts mehr leidet, ſondern blos das Gewicht der Atmoſphäre zu tragen hat. Bey der Deſtillation hingegen bleibt das verſchloſſene Brennzeug ſtets mit einer gewiſſen Menge eingeſchloſſener Dämpfe erfüllt, deren heftiger Druck beſonders bey ſehr verſtärktem Feuer dem fernern Aufſteigen der Dämpfe und alſo dem Fortgange der Deſtillation ungemein hinderlich iſt. Hales hat daher ſchon den Vorſchlag gethan, zu Beſchleunigung der Deſtillationen im Kolben einen Luftzug vermittelſt eines Ventilators anzubringen. Dies kürzt allerdings die Operation ab, allein da die Luft, welche beſtändig neu hinzukömmt, von Zeit zu Zeit einen Theil der Dämpfe auflöſen muß, ſo bringt es eine neue Verwicklung in die Sache, und macht die Deſtillation unvollkommner.

Man hat daher lieber, als eine allgemeine Regel, anzunehmen wollen, daß man bey Deſtillationen nie einen höhern, als den unentbehrlich nöthigen Grad der Hitze anwenden müſſe, ohne ſich an die daraus entſtehende Langſamkeit zu kehren. Ueberhaupt iſt die Zerſetzung der Körper deſto vollkommner, je langſamer die Deſtillation geſchieht, beſonders, wenn ihre chymiſchen Beſtandtheile ziemlich gleiche Grade der Flüchtigkeit haben. Wenn man z. B. bey feſten öhlichten Materien die Säure und das Oel, woraus ſie beſtehen, von einander ſcheiden will, ſo werden ſie, wenn die Deſtillation ſtark getrieben wird, zugleich und mit einander verbunden übergehen. Auch vermeidet man bey dieſer Langſamkeit der Deſtillation leichter das Zerſpringen der Gefäße, welchem die gläſernen und irdenen oft ausgeſetzt ſind, wenn ſie zu ſchnell und ſtark erhitzt werden, und die Dämpfe zu geſchwind und häufig aufſteigen. Vorzüglich verurſachen die aufſteigenden Luftgattungen, und die Dämpfe, welche ſich ſchwer verdichten, das Zerſpringen der Gefäße, daher man gewöhnlich in den Vorlagen, oder Gefäßen, in welchen das Uebergetriebne aufgeſammlet wird, ein kleines Loch anbringt, welches im Nothfalle geöfnet werden kan, um dem allzuhäufigen eingeſchloßnen Dampfe einen Ausgang zu verſchaffen.

Macquer chym. Wörterbuch, Art. **Deſtillation, Brennzeug, Retorte.**

Diamant, Demant, Adamas, *Diamant.* Der härteſte, ſchönſte und durchſichtigſte unter allen Edelſteinen, der, wenn er ohne Fehler iſt, dem reinſten Kryſtalle gleicht, und dem die härteſte Feile nichts abgewinnen kan. Die am meiſten geſchätzten Diamanten kommen aus den Königreichen Viſapur und Golconda in Oſtindien. Auch findet man ſie ſehr häufig in Braſilien und an andern Orten. Sie ſind von Natur kryſtalliſirt, und die gewöhnlichſte Geſtalt dieſer Kryſtalliſation iſt ein Octaeder, aber vielen Unregelmäßigkeiten unterworfen. Roh ſind ſie mit einer Rinde überzogen, deren Aeußeres nach Rome-Delisle erdigt und zerreiblich iſt, das Innere aber die Farbe

und Conſiſtenz des Spaths hat. Die meiſten Diamanten ſind nicht ganz weiß, ſondern ſpielen in gelbliche, röthliche oder bläuliche Farben, welche von metalliſchen Beymiſchungen herzurühren ſcheinen.

Die Diamanten brechen und zerſtreuen das Licht weit ſtärker, als andere durchſichtige Körper, daher werfen ſie, vieleckigt geſchliffen, ſo viel Feuer von allerley Farben, deſſen Glanz nicht genug bewundert werden kan, und das nebſt ihrer Härte wohl die vornehmſte Urſache ihres hohen Werths iſt. Sie ſind elektriſche Körper, und ziehen, wenn ſie gerieben werden, leichte Subſtanzen an; auch phosphoreſciren ſie, oder leuchten im Dunkeln, wenn ſie eine Zeitlang an einem hellen Orte oder im Sonnenlichte gelegen haben. Dieſe Eigenſchaften haben ſie jedoch mit einer großen Menge anderer kryſtalliniſcher durchſichtiger Körper gemein.

Dieſe ſpecifiſche Schwere des weißen Diamants verhält ſich zur Schwere des deſtillirten Waſſers, wie 3,5212 zu 1. Farbigte ſind etwas ſchwerer; **Muſſchenbroek** giebt einen braſilianiſchen gelben zu 3,666 an. Die vorangezeigte ſpecifiſche Schwere fand **Briſſon** durch hydroſtatiſche Verſuche an dem berühmten dem Könige von Frankreich gehörigen Diamant (*Diamant du Regent*), der 14 Lin. lang, $13\frac{1}{4}$ Lin. breit und $9\frac{1}{3}$ Lin. dick iſt, und $529\frac{1}{18}$ Gran Markgewicht wiegt. Den gröſten Diamant beſitzt der König von Portugall, wiewohl einige Kenner zweifeln, daß er ächt ſey.

Man hat den Diamant wegen der großen Anzahl von Eigenſchaften, die er mit den harten durchſichtigen Steinen von der Art des Bergkryſtalls gemein hat, lange Zeit für eine Subſtanz von der Art der glasachtigen Steine gehalten. Neuere Verſuche haben inzwiſchen gelehrt, daß er unter die **verbrennlichen** Körper gehöre. Schon der Großherzog von Toſcana Coſmus III. ließ in den Jahren 1694 und 1695 durch **Averani** und **Targioni** zu Florenz Verſuche mit dem Brennſpiegel anſtellen, bey welchen die Zerſtörbarkeit des Diamants beobachtet wurde, und ſie beſtätigte ſich aufs neue durch Verſuche, welche

der nachmahlige Kaiſer Franz I. zu Wien anſtellen ließ, obgleich dabey nur das Feuer der Oefen gebraucht ward. D'Arcets Verſuche, nebſt denen, welche nachher von Macquer, Cadet, Lavoiſier und Briſſon theils in Schmelzöfen, theils im Brennpunkte des Tſchirnhauſiſchen und des Trudainiſchen Brennglaſes (ſ. Brennglas) angeſtellt worden ſind, haben es ganz außer Zweifel geſetzt, daß der Diamant, wenn er dem Feuer mit Zutritt der Luft ausgeſetzt wird, ganz von demſelben verzehrt oder zerſtört werde; es ſcheint auch dieſe Zerſtörung eine wahre Verbrennung zu ſeyn. Man findet die Geſchichte dieſer Verſuche in Macquers Wörterbuche ausführlich erzählt. Iſt hingegen der Diamant gegen den Zutritt der Luft wohl bewahrt, ſo bleibt er auch im ſtärkſten und anhaltendſten Feuer unverſehrt. Es zeigt ſich an ihm wenig oder gar keine Spur der Schmelzbarkeit, ein geringes Aufwallen an der Oberfläche ausgenommen, wenn er in verſchloſſenen gläſernen Gefäßen der Hitze des Brennpunkts ausgeſetzt ward. Auch fand man, daß die Luft, worinn ein Diamant ganz oder nur zu einem geringen Theile zerſtört worden war, das Kalkwaſſer trübte. Macquer nimmt daher keinen Anſtand, den Diamant unter die verbrennlichen feuerbeſtändigen Körper zu zählen, und ihn in dieſer Rückſicht mit der Kohle zu vergleichen, welche ebenfalls ohne Zutritt der Luft vom Feuer wenig oder gar keine Veränderung leidet.

Der Diamant ward ſonſt mit den übrigen Edelſteinen in eine Claſſe geſetzt, und ihm die glasachtige oder Kieſelerde zum Grundſtoffe gegeben. Bergmann aber (Comment. de tubo ferruminatorio §. 8. und Anleitung zu Vorleſungen über die Chymie, Stockholm und Leipzig 1779. 8.), der an der Kieſelerde Eigenſchaften fand, welche der Baſis des Diamants gar nicht zukommen (da ſich die Kieſelerde in der Flußſpathſäure auflöſen, auch mit dem mineraliſchen Alkali zu einem durchſichtigen Glaſe verbinden läſt, die Erde des Diamants aber nicht), hat aus dieſem Grunde und wegen der Verflüchtigung des Diamants in ofnem Feuer ſeine Grunderde von der Kieſelerde ge-

trennt, und zu dem Range einer eignen Erde unter dem Namen der **Edelerde** (Terra nobilis, *Terre de Diamant*) erhoben. **Kirwan** (Anfangsgr. der Mineralogie von Kirwan, aus dem Engl. mit Anm. von Crell, Berl. 1785. 8.) macht zu der Claſſe der Erden und Steine einen eignen Anhang, der den Diamant und das Reißbley begreift, weil beyde Körper im Feuer ſo verflüchtiget werden, daß keine feuerfeſte wahre erdigte Theile zurückbleiben; daher er dieſe Körper nicht unverdienter Weiſe unter die Erden und Steine einſchalten will.

Briſſon Dict. raiſ. de Phyſ. art. *Diamant.*

Macquers chym. Wörterbuch, durch **Leonhardi**, Art. **Diamant** und **Edelerde.**

Dianenbaum, Silberbaum, Arbor Dianae, *Arbre de Diane.* Der Dianenbaum iſt das Werk einer chymiſchen Operation, durch die man eine gewächs- oder baumförmige Zuſammenfügung der Silbertheilchen erhält, welche vorher in der Salpeterſäure aufgelöſet waren, und durch Queckſilber daraus niedergeſchlagen werden. Man hat ihm den Namen Dianenbaum wegen des Silbers beygelegt, welches die Chymiſten Luna oder Diana nennen. **Homberg** (Mém. de Paris 1710.) giebt zur Verfertigung des Dianenbaums folgendes Verfahren an.

„Man mache ein kaltes Amalgama aus vier Quent„chen Silberfeile oder Silberblättchen, und zwey Quent„chen Queckſilber, löſe dieſes Amalgama in einer genug„ſamen Menge (etwa 4 Unzen) reinem und mäßig ſtarken „Salpetergeiſt auf, verdünne die Auflöſung ohngefähr mit „ $\frac{1}{2}$ Pfund deſtillirtem Waſſer, ſchüttle die Miſchung, und „hebe ſie in einer zugeſtopften gläſernen Flaſche auf. Wenn „man ſich dieſer Bereitung bedienen will, ſo nimmt man „eine Unze davon, gießt ſie in eine Phiole, ſetzt einer Erbſe „groß Gold- oder Silberamalgama, das ſo weich wie „Butter iſt, dazu, und läſt das Gefäß ruhig ſtehen. Man „ſieht faſt ſogleich aus dem Amalgama Fäden hervor„kommen, welche ſich geſchwind vergrößern, nach allen „Seiten Zweige ausſenden, und die Geſtalt kleiner „Sträuche annehmen.“

Das Queckſilber, welches mit der Salpeterſäure näher verwandt iſt, als das Silber, ſchlägt dieſes letztere aus derſelben nieder; auch geſchieht dieſer Niederſchlag in metalliſcher Geſtalt, welches allen Metallen wiederfährt, ſo oft ſie von den Säuren durch andere Metalle getrennt werden. Die beſondere Stellung, welche die Theile des von der Salpeterſäure geſchiedenen Silbers auf der Oberfläche des Queckſilbers neben einander annehmen, rührt von der Anziehung oder Verwandtſchaft der Theile von ähnlichen Subſtanzen her. Die erſten abgeſonderten Silbertheile legen ſich dieſer Anziehung halber an die Oberfläche des Queckſilbers, und die folgenden hängen ſich an die vorigen an.

Wenn der Silberbaum glücken ſoll, ſo müſſen die dazu gebrauchten Materien rein ſeyn, damit der Niederſchlag durch keine andere Materie, als durch das Queckſilber, bewirkt werde; die Silberauflöſung muß ſtark verdünnt ſeyn, weil der Niederſchlag ſonſt zu ſchnell und in zu großer Menge geſchehen, und nicht die regelmäßige Figur annehmen würde; endlich muß die Säure, ehe ſie verdünnt wird, völlig mit Silber geſättiget ſeyn, weil ſonſt der Niederſchlag nicht eher erfolgen wird, als bis ſich der noch freye Theil der Säure ebenfalls geſättigt hat. Mehrere Arten, den Silberbaum zu verfertigen, findet man in den Schriften der Chymiker.

Macquer chym. Wörterbuch, Art. **Dianenbaum.**

Dicht, Denſum, *Denſe.* Dieſes Wort drückt einen relativen Begrif aus. Man kan eigentlich nie von einem einzelnen blos an ſich betrachteten Körper ſagen, er ſey **dicht**; man nennt aber von zween gegen einander gehaltenen Körpern einen derſelben **dichter**, als den andern. Derjenige nemlich heißt der **dichtere** (denſius), der in einem gewiſſen beſtimmten körperlichen Raume oder Volumen (z. B. unter der Größe eines Cubikzolls) mehr Materie, als der andere, enthält: der, welcher in eben dieſem Raume weniger Materie faßt, heißt der **dünnere, lockrere** (rarius). Da z. B. ein Cubikzoll Waſſer mehr

wiegt, mithin mehr Materie enthält, als ein Cubikzoll Luft, ſo nennt man bey dieſer Vergleichung das Waſſer den dichtern, die Luft den dünnern Körper. Ein Körper, der in demſelben Raume doppelt ſo viel Materie enthält, als ein anderer, heißt doppelt ſo dicht, als der letztere, u. ſ. w. ſ. Dichte.

Inzwiſchen pflegt man doch diejenigen Körper, welche in Vergleichung mit allen oder mit den meiſten übrigen bekannten ſehr dicht ſind, oft auch an ſich dichte Körper zu nennen. So heißen Platina und Gold dichte Körper, weil ein Cubikzoll von dieſen Subſtanzen mehr wiegt, mithin mehr Materie in ſich faßt, als ein Cubikzoll von Queckſilber, Bley, Stein, Waſſer und allen übrigen bekannten Subſtanzen. In dieſem Sinne iſt dicht ſo viel, als ſehr dicht oder compact. In dem Raume, den ein ſolcher Körper einnimmt, muß alſo die Materie ſehr zuſammengedrängt ſeyn, ihre Theile müſſen nahe an einander liegen, und wenig leere oder mit fremder Materie angefüllte Zwiſchenräume zwiſchen ſich laſſen.

Vollkommen dicht würde alſo ein Körper ſeyn, wenn die Theile ſeiner Materie einander vollkommen berührten, oder gar keine Zwiſchenräume zwiſchen ſich übrig ließen, kurz, wenn ſein Raum in jedem Punkte undurchdringlich wäre. Die Erfahrung lehret, daß es unter allen uns bekannten Körpern keinen vollkommen dichten gebe, weil ſelbſt das Gold und die Platina, als die dichteſten Körper, die wir kennen, noch eine beträchtliche Menge von Zwiſchenräumen enthalten, welche machen, daß ſie von fremdartigen Materien durchdrungen werden können, ſ. Zwiſchenräume der Körper.

Dichte, Dichtigkeit, Denſitas, *Denſité.* Man drückt durch dieſes Wort die Vertheilung der Maſſe oder Materie eines Körpers durch den Raum, den er uns einzunehmen ſcheint, aus, ſo daß man dem Körper eine gröſſere Dichtigkeit zuſchreibt, wenn er unter eben demſelben Raume mehr Materie, eine geringere, wenn er unter eben dem Raume weniger Materie enthält. Man

ſagt, die Dichtigkeit eines Körpers ſey zweymal, dreymal ꝛc. ſo groß, als die Dichtigkeit eines andern, wenn er unter eben demſelben Raume zweymal, dreymal ꝛc. ſo viel Materie enthält, als der andere.

Man ſieht hieraus, daß das Wort Dichtigkeit einen relativen Begrif ausdrücke, d. h. daß man nicht ſagen könne, wie groß die Dichtigkeit eines Körpers an und für ſich ſey, ſondern nur, wie vielmal ſie größer oder geringer, als die Dichtigkeit eines andern Körpers, ſey; daß man nicht Dichtigkeiten einzelner Körper, ſondern nur Verhältniſſe der Dichtigkeiten verſchiedener Körper zu meſſen und zu beſtimmen vermögend ſey. Die Größe der Dichtigkeit des Queckſilbers an ſich läſt ſich durch keine beſtimmte Zahl ausdrücken; es läſt ſich aber finden, daß ſie 14mal größer als die Dichte des Waſſers ſey, weil ein Cubikzoll Queckſilber 14mal mehr Materie enthält, als ein Cubikzoll Waſſer. Was ſich alſo beſtimmen läſt, iſt eigentlich das Verhältniß der Dichtigkeiten des Queckſilbers und Waſſers. Dieſes iſt = 14: 1.

Nimmt man inzwiſchen die Dichtigkeit eines gewiſſen bekannten und ſtets gleich dicht bleibenden Körpers zur Einheit an, ſo läſt ſich alsdann jede andere Dichtigkeit durch die Zahl ausdrücken, welche eben ſo vielmal größer oder kleiner als 1 iſt, ſo vielmal die auszudrückende Dichtigkeit ſelbſt größer oder kleiner iſt, als die zur Einheit angenommene. Weil man ſich durch Erfahrungen für berechtiget hält, dem Regenwaſſer oder auch dem deſtillirten von allen fremden Beymiſchungen befreyten Waſſer, bey gleichem Grade der Wärme, eine ſtets gleiche Dichte beyzulegen, ſo nimmt man dieſe gewöhnlich zur Einheit an, oder ſetzt ſie = 1. Unter dieſer Vorausſetzung kan man jedes Körpers Dichte einer Zahl gleich ſetzen, z. B. die des Queckſilbers = 14.

Wenn ein Körper in jedem gleich großen Theile ſeines Raumes gleich viel Materie enthält, ſo heißt er ein Körper von gleichförmiger Dichtigkeit; findet das Gegentheil ſtatt, oder enthält die eine Hälfte ſeines Raums mehr Materie, als die andere, das eine Viertel mehr, als

das andere u. ſ. w., ſo iſt ſeine Dichtigkeit ungleichförmig. Eine Maſſe Waſſer z. B., die durchaus gleich warm iſt, ein Klumpen Metall ꝛc. wird in jedem Cubikzolle ſeines Raums eben ſo viel Materie, als im andern, enthalten, und daher ein Körper von gleichförmiger Dichtigkeit ſeyn; ein Körper hingegen, der aus verſchiednen an einander gefügten Materien zuſammengeſetzt iſt, z. B. ein Meſſer, deſſen Heft von Eiſen, der Grif von Holz iſt, enthält in der mit Eiſen angefüllten Hälfte ſeines Raums mehr Materie, als in der mit Holz erfüllten: es iſt ein Körper von ungleichförmiger Dichtigkeit. Bey Körpern der letztern Art muß eigentlich von den verſchiedenen Dichtigkeiten der Theile, eine jede insbeſondere beſtimmt werden; betrachtet man aber den Körper ſo, als ob alle zu ihm gehörige Materie durch ſeinen ganzen Raum gleichförmig vertheilt wäre, ſo findet man etwas, das ſeine mittiere Dichtigkeit genannt wird.

Man nenne zweener gleichförmig dichten Körper Maſſen M, m, die Räume oder Volumina, die ſie einnehmen, V, v; das Verhältniß ihrer Dichtigkeiten D : d. Es iſt die Frage, wie dieſes Verhältniß gefunden werde, wenn die Maſſen und Räume gegeben ſind. Hiezu führen nun folgende Sätze und Schlüſſe.

I. **Wenn zween Körper einerley Raum einnehmen, ſo verhalten ſich ihre Dichtigkeiten, wie ihre Maſſen.** Dies folgt aus der Bedeutung des Worts Dichtigkeit. Ein Körper heißt doppelt ſo dicht, wenn er in eben dem Raume doppelt ſo viel Maſſe enthält.

II. **Wenn zween Körper einerley Maſſen haben, ſo verhalten ſich ihre Dichtigkeiten umgekehrt, wie die Räume, die ſie einnehmen.** Es fällt nemlich in die Augen, daß eben dieſelbe Maſſe in den dritten Theil des vorigen Raums zuſammengedrängt, eine dreymal ſo große Dichtigkeit veranlaſſe.

Man denke ſich nun noch einen dritten Körper, deſſen Maſſe $= M$, der Raum $= v$ ſey, die Dichtigkeit aber ſich zu den Dichtigkeiten der beyden erſten, wie $\delta : D$ und $\delta : d$ verhalte. So iſt

für den erſten und dritten nach II. $D : \delta = v : V$
für den zweyten und dritten nach I. $\delta : d = M : m$

daher für den erſten und zweyten $D : d = Mv : mV = \frac{M}{V} : \frac{m}{v}$

d. i. die **Dichten der Körper verhalten ſich, wie die Quotienten der Maſſen durch die Volumina**, oder: Das Verhältniß der Dichtigkeiten iſt aus dem directen der Maſſen und der verkehrten dem Räume zuſammengeſetzt.

Aus dieſem Satze folgt auch

$$M : m = DV : do \text{ und } V : v = \frac{M}{D} : \frac{m}{d}.$$

Die Maſſen der Körper werden durch ihre Gewichte beſtimmt, ſ. Maſſe. Nennt man alſo die Gewichte der beyden vorigen Körper P, p, ſo kan man ſtatt des Verhältniſſes der Maſſen M : m überall das ihr gleiche Verhältniß der Gewichte P : p ſetzen, und erhält dadurch den Satz: **Die Dichten der Körper verhalten ſich, wie die Quotienten ihrer Gewichte durch ihre Volumina.** Iſt z. B. des einen Körpers Gewicht 6 Pfund, ſein körperlicher Raum 4 Cubikzoll; des andern Körpers Gewicht 3 Pfund, und der Raum, den er einnimmt, 28 Cubikzoll, ſo werden ſich beyder Körper Dichtigkeiten, wie $\frac{6}{4} : \frac{3}{28} = \frac{3}{4} : \frac{3}{56} = 14 : 1$ verhalten.

Es wird bey dem Worte: **Schwere, ſpecifiſche**, gezeigt werden, daß ſich die ſpecifiſchen Schweren der Körper ebenfalls, wie die Quotienten der Gewichte durch die Volumina, verhalten. Verhältniß der Dichten iſt alſo einerley mit Verhältniß der ſpecifiſchen Schweren, und da beydes relative Begriffe ſind, ſo heißt dies eben ſo viel, als: Dichte iſt einerley mit ſpecifiſcher Schwere ſelbſt. Ich kan alſo wegen alles deſſen, was noch von den Dichtigkeiten der Körper, und den praktiſchen Methoden, ſie zu finden, zu ſagen wäre, auf den Artikel: **Schwere, ſpecifiſche**, verweiſen, weil alles, was von der ſpecifiſchen Schwere behauptet wird, auch von der Dichte gilt.

Diffraction, ſ. Beugung des Lichts.

Dioptrik, Dioptrica ſ. Dioptrice, *Dioptrique.* Dieſen Namen führt die Lehre vom Sehen durch gebrochne Lichtſtralen, oder von dem Lichte, das durch verſchiedene brechende Mittel, z. B. Luft, Glas, Waſſer u. dgl. geht, ſ. Brechung der Lichtſtralen. Sie heißt ſonſt auch die Anaklaſtik, und macht einen Theil der optiſchen Wiſſenſchaften aus. Es wird in der Dioptrik zuerſt das Geſetz der Stralenbrechung überhaupt erkläret, woraus ſich die Wege leicht beſtimmen laſſen, welche die Lichtſtralen nehmen, wenn ſie in ebnen und krummen Flächen gebrochen werden. Man leitet hieraus die Eigenſchaften der Linſengläſer, die Beſchaffenheit der Brechung im menſchlichen Auge, die Erſcheinungen des Sehens durch Linſengläſer und Zuſammenſetzungen derſelben, mithin die Theorie der Fernröhre, Vergrößerungsgläſer, u. ſ. w. ab. Zwar gehören alle Brechungen und Folgen derſelben zum Gegenſtande der Dioptrik; hauptſächlich aber bleibt ſie doch bey der Brechung aus Luft in Glas und aus Glas in Luft ſtehen, und lehret Gläſer ſo bilden und zuſammenſetzen, daß das menſchliche Auge dadurch Hülfsmittel des Sehens erhält.

Dieſe Wiſſenſchaft, durch deren Hülfe unſere Kenntniſſe der Natur die beträchtlichſten Erweiterungen erhalten haben, iſt gänzlich eine Erfindung der Neuern. Außer einigen der erſten und auffallendſten Erſcheinungen war den Alten nichts von der Brechung des Lichts bekannt. Erſt im zwölften und dreyzehnten Jahrhunderte nach C. G. erſchienen die Werke des Alhazen und Vitello, welche, ſo unvollkommen ſie auch waren, dennoch bis auf Keplers Zeiten ein claſſiſches Anſehen behauptet haben. Friedrich Risner (Opticae Theſaurus, Baſil. 1572. fol.) hat ſie mit einem Commentar über den Alhazen herausgegeben. Die theoretiſchen Gründe der Dioptrik waren noch ganz unentwickelt, als um das Ende des dreyzehnten Jahrhunderts, wie es ſcheint, blos durch Verſuche, und vielleicht nach Anleitung einiger Stellen des Alhazen und

Baco, die Brillen erfunden wurden. Auf dieſe Erfindung folgt aufs neue ein langer Stillſtand bis zu den in der letztern Hälfte des ſechszehnten Jahrhunderts herausgekommenen Schriften des Maurolycus (De lumine et umbra, Venet. 1575. 4.) und Porta (Magiae naturalis, Libri IV. Neap. 1558. fol.), welcher letztere der Erfinder des verfinſterten Zimmers war. Bald (hierauf im Jahre 1609) kam auch die Erfindung der Fernröhre aus Holland, und man kan ſagen, daß in der Dioptrik, wie in mehreren andern Wiſſenſchaften, einige der wichtigſten praktiſchen Erfindungen vor der Ausbildung der Theorie vorhergegangen ſind.

Kepler, deſſen Scharfſinn auch hier die Bahn gebrochen hat, war zwar ſchon vor Erfindung der Fernröhre mit Verbeſſerung der optiſchen Wiſſenſchaften beſchäftiget, wie ſeine 1604 herausgekommene Schrift (Paralipomena ad Vitellionem, Frf. 4.) beweiſet; allein ſeine vornehmſten Entdeckungen in dieſem Fache ſind unſtreitig erſt durch dieſe Erfindung veranlaſſet worden. Er zeigt in ſeiner Dioptrik (Dioptrice ſ. demonſtratio eorum, quae viſui et viſibilibus propter conſpicilla non ita pridem inventa accidunt, Aug. Vind. 1611. 4.) die Mittel, die Größe der Brechung zu unterſuchen, und leitet daraus ein Geſetz derſelben her, welches zwar noch nicht das wahre, aber doch für die von ihm daraus gezognen Folgerungen ohne großen Fehler zureichend iſt. Er erklärt hieraus die Eigenſchaften der Linſengläſer, die wahre Beſchaffenheit des Sehens, die Wirkungen verſchiedener Zuſammenſetzungen von Gläſern zu Fernröhren ꝛc. ſehr deutlich und richtig, und legt hiedurch die erſten feſten Gründe dieſer Wiſſenſchaft, welche ſeitdem den Namen der Dioptrik, den er ihr beylegte, behalten hat.

Um eben dieſe Zeit, oder bald hernach, ward das wahre Geſetz der Stralenbrechung von Willebrord Snellius zu Leiden entdeckt, und zuerſt von Descartes in ſeiner Dioptrik (Diſcours de la methode etc. plus la Dioptrique, les Meteores et la Geometrie, qui ſont des eſſais de cette methode, à Paris 1637. 4.) öffentlich bekannt gemacht,

ſ. Brechung der Lichtſtralen. Aus dieſem Geſetze konnte nun alles, was ſich von der Brechung ſagen läſt, mit Hülfe der Geometrie und Analyſis entwickelt werden. Huygens Dioptrik (in ſ. Opuſc. poſthum. Lugd. Bat. 1703. 4.) giebt hievon ein ſchönes Beyſpiel, ſo wie Gregory (Elem. Catoptr. et Dioptr. Oxon. 1695. 8.). und Barrow (Lectiones Opticae, London 1674. 4.). Uebrigens beſchäftigten ſich die Optiker des vorigen Jahrhunderts unermüdet mit Verbeſſerungen der dioptriſchen Werkzeuge, ſ. die Art. Brennglas, Fernrohr, Vergrößerungsglas, und mit neuen Erfindungen und Zuſammenſetzungen, dergleichen Kircher (Ars magna lucis et umbrae, Romae 1646. fol.), Schott (Magia univerſaſalis, Pars I. Optica, Frf. 1657. 4.) und Zahn (Oculus artificialis, Herbip. 1685. fol.) geſammlet haben.

Die nächſte Epoche in der Geſchichte der Dioptrik machen ſeit dem Jahre 1666 Newtons große Entdeckungen über die Zerſtreuung des Lichts in Farben, welche bey jeder Brechung ſtatt findet, ſ. Farbenzerſtreuung. Durch dieſe gelang es ihm, über den Urſprung der Farben, im Prisma ſowohl, als an den natürlichen Körpern, etwas befriedigenderes, als bisher, zu lehren, und daraus die Erſcheinungen des Regenbogens, die Urſache der Abweichungen in den dioptriſchen Werkzeugen, und eine Menge anderer vorher theils unbekannter, theils unerklärbarer Phänomene herzuleiten. Zugleich unterſuchte er die ſchon von Grimaldi entdeckte Beugung der Lichtſtralen genauer, und machte alle dieſe wichtigen Entdeckungen zuerſt in den philoſophiſchen Transactionen, und dann in ſeiner Optik (Opticks, or Treatiſe of the reflexions, refractions, inflexions and colours of light, London 1704. 4. zweyte vermehrte Ausgabe, 1718. 8. Optice, aut. *Iſ. Newtono*, latine reddidit *Sam. Clarke*, Londin. 1706. gr. 4. zweyte Ausg. Lauſ. et Genev. 1740. gr. 4. Traité d'optique, par le Chev. *Newton*, traduit par *Coſte*, Amſterd. 1720. To. II. gr. 12.) bekannt. Auch machte er ſich um die Verbeſſerung der optiſchen Werkzeuge verdient, verwendete aber ſeine Mühe auf die Spiegelteleſkope, weil er in

der irrigen Meinung ſtand, das die Abweichung wegen der Farbenzerſtreuung oder verſchiedenen Brechbarkeit der Lichtſtralen bey Fernröhren mit bloßen Gläſern, nicht könne aufgehoben werden.

Unter die wichtigſten Erweiterungen, welche die Dioptrik im gegenwärtigen Jahrhunderte erhalten hat, gehört unſtreitig Dollonds Erfindung, von welcher man den Artikel: **Achromatiſche Fernröhre**, nachſehen kan. Ueberdies haben einige der ſcharfſinnigſten Mathematiker mit glücklichem Erfolg die Kunſtgriffe der allgemeinen Rechenkunſt auf die optiſchen Wiſſenſchaften überhaupt und insbeſondere auf die Dioptrik angewendet. Schon Halley hatte hiezu durch ſeine in den philoſophiſchen Transactionen und den Miſcellaneis curioſis Vol I. bekannt gemachten Formeln zur Beſtimmung der Brennweiten der Linſengläſer den Anfang gemacht. Herr **Käſtner** aber iſt der erſte, der eine vollſtändige Anwendung der allgemeinen Arithmetik auf die optiſchen Wiſſenſchaften geliefert hat. Das Buch, worinn ſie enthalten iſt (Vollſtändiger Lehrbegrif der Optik, nach dem Engliſchen des Smith, mit Aenderungen und Zuſätzen von **Käſtner**, Altenburg 1755. 4.), dient dem, der es zu brauchen weiß, ſtatt einer weitläuftigen optiſchen Bücherſammlung. Eulers vortrefliche und mühſame Berechnungen über alles, was die Dioptrik und vorzüglich die Vollkommenheit der Fernröhre angeht, ſind in ſeiner Dioptrik (Dioptrica, auctore *Leonh. Eulero*, Petrop. To. I — III. 1769 — 1771. 4 med.) geſammlet. Herr **Klügel** (Analytiſche Dioptrik, in zwey Theilen, Leipz. 1778. med. 4.) hat hieraus einen ſehr vollſtändigen und deutlichen Auszug mit vielen eignen Erweiterungen und Zuſätzen geliefert. Durch dieſe ſchätzbaren Arbeiten hat die Dioptrik allen den Beyſtand erhalten, den ſie von der Mathematik erwarten konnte, und ſcheint nicht mehr weit von der höchſten Stufe ihrer Vollkommenheit entfernt zu ſeyn, die ſie ganz erreichen würde, wenn die Glasarbeiter und Glasſchleifer das genau auszuführen vermöchten, was ihnen die ſo vortreflich ausgearbeitete Theorie vorſchreibt.

Auch ſind die optiſchen Wiſſenſchaften, und mit ihnen die Dioptrik, ſo glücklich geweſen, durch die Bemühungen der Herren Prieſtley und Klügel eine ſchön bearbeitete und lehrreiche Geſchichte, vorzüglich ihres phyſikaliſchen Theils (Prieſtley Geſchichte und gegenwärtiger Zuſtand der Optik, überſetzt mit Anm. und Zuſätzen von G. S. Klügel, Leipz. 1776. gr. 4.), zu erhalten. Verzeichniſſe dioptriſcher Schriften haben Wolf (Kurzer Unterricht von den vornehmſten mathematiſchen Schriften, im 4ten Theile der Anfangsgr. math. Wiſſ. Cap. 10.), und vollſtändiger Herr Scheibel (Einleitung zur mathem. Bücherkenntniß, 9tes Stück, Breslau 1777. 8.) gegeben. Beyde betreffen die optiſchen Schriften überhaupt, und Wolf hat das ſeinige mit kurzen kritiſchen Urtheilen begleitet.

Diſſonanzen, diſſonirende Töne, Toni diſſoſonantes ſ. diſſoni, Intervalla tonorum diſſona, *Diſſonances.* Verbindungen zweener oder mehrerer zugleich gehörter Töne, welche dem Ohre weniger angenehm oder mißfällig ſind. Man zählt zu den Diſſonanzen alle Intervalle, welche nicht Octaven, Quinten, Terzen, Quarten und große Sexten ſind, z. B. die Secunde, oder das Intervall eines ganzen Tons, die Septime u. ſ. w., deren Verhältniſſe (ſ. Conſonanzen, Ton) 9:8 und 16:9 ſind. Es giebt alſo unzählig viel Diſſonanzen, unter welchen die unerträglichſten diejenigen ſind, deren Schwingungszahlen nur um etwas ſehr geringes von einander abweichen, wie der halbe Ton und die Dieſis, deren Verhältniſſe 25:24 und 128:125 ſind. Daher iſt es dem Ohre läſtig, auf einem verſtimmten Claviere ſtatt eines Tones deren zween zu hören, die etwa um eine Dieſis von einander abweichen.

Wenn man die Urſache des Wohlklangs der Conſonanzen darinn ſuchen darf, daß ihre Verhältniſſe einfacher und leichter zu überſehen ſind, ſo iſt es natürlich, den Mißton der Diſſonanzen aus den zuſammengeſetztern und ſchwerer zu überſehenden Verhältniſſen derſelben herzuleiten. So ſind die Verhältniſſe für die Secunde und Sep-

time $1\frac{5}{8}:1$, $1\frac{7}{9}:1$ ſchwer zu überſehen, weil ſie Abthei- lungen der Einheit in Achtel und Neuntel vorausſetzen.

Dollondiſche Fernröhre ſ. Achromatiſche Fernröhre.

Donner, Donnerknall, Tonitru, *Tonnerre*. Der mit dem Ausbruche des Blitzes verbundene Knall. Da es mit hinlänglicher Gewißheit entſchieden iſt, daß der Blitz eine elektriſche Erſcheinung, und von den Funken, welche bey den elektriſchen Verſuchen hervorbrechen, nur dem Grade nach verſchieden ſey, ſ. **Blitz**, ſo wird man hieraus leicht abnehmen, daß auch der Donner zu den elek- triſchen Erſcheinungen gehöre, und mit dem knackenden oder ſchnappenden Laute zu vergleichen ſey, welcher das Ausbrechen der elektriſchen Funken allezeit begleitet.

Daß der Donner, als ein Schall, durch Erſchütte- rung der Luft erregt werde, iſt ſchon von den Alten mit Ueberzeugung eingeſehen worden; nur über die Veranlaſ- ſung dieſer Erſchütterung waren ihre Meinungen verſchie- den. Seneca (Quaeſt. natur. II. 16.) ſtellt ſich die Ge- witterwolken als große Blaſen voll Luft vor, die zuweilen aufgehen und die eingeſchloſſene Luft herauslaſſen. Des- cartes (Meteor. cap. 7.) ſetzte voraus, die Wolken be- ſtünden aus bloßen Schneetheilchen. Weil er nun auf den Alpen ſelbſt gehört hatte, daß die großen Schneelavinen, die von den Bergen herab in die Thäler rollen, ein dem Donner ähnliches Krachen verurſachen, ſo glaubte er, der Donner werde durch den Fall oder das Herabſtürzen einer Wolke auf die andere verurſacht; der Blitz aber ſey die Entzündung der feuerfangenden Theilchen, welche in der Luft zwiſchen den fallenden Wolken ſchwebten, und durch das bey der Zuſammenpreſſung entſtehende Reiben ent- zündet würden. Andere haben den Donner für das Pol- tern großer in der Luft an einander ſtoßender Eisſchich- ten erklärt. Noch mehr thörichte Meinungen über Blitz und Donner erzählt **Schott** (Phyſica curioſa, Herbip. 1667. 4. Lib. XI. c. 21.).

Seitdem aber die Aehnlichkeit des Blitzes mit dem elektriſchen Funken und Schlage außer Zweifel geſetzt iſt, kan man den Donner für nichts anders halten, als für eine Erſchütterung der Luft, die durch den Ausbruch des Blitzes und durch die auf ſeinem Wege vorgehenden Durchbrüche und Exploſionen verurſachet wird. Jeder Ausbruch eines elektriſchen Funkens oder Schlages giebt einen Laut, indem die Luft, durch welche er bricht, mit Gewalt getrennt und erſchüttert wird. Auch iſt dieſer Laut oder Knall deſto ſtärker, je größer der Funken oder Schlag iſt, und je mehr Widerſtand ihm auf dem Wege, durch den er gehen muß, entgegengeſetzt wird, d. i. je häufiger und ſtärker die Exploſionen ſind, die er während ſeines Uebergangs zum Ziele zu machen genöthiget wird. Doch dauert bey den gewöhnlichen elektriſchen Verſuchen dieſer Schall nur einen Augenblick, und wird aufs höchſte, wenn der unterbrochnen Stellen und Exploſionen viele ſind, einem Praſſeln ähnlich, in welchem man eine ſehr ſchnelle Succeſſion mehrerer Laute bemerkt.

Das Geräuſch des Donners hingegen hält mit einiger Dauer an, und füllt oft den Zeitraum einer halben Minute aus. Dieſer Unterſchied hebt aber die Gleichheit des Donners mit dem Platzen eines elektriſchen Schlages keinesweges auf. An ſich ſelbſt iſt der Donnerknall vielleicht öfters auch einfach. Perſonen, die dem Orte, wo der Donner entſteht, nahe ſind, hören oft nur einen einfachen Laut, wie den Knall eines Feuergewehrs. So hörten Bouguer und de la Condamine (Voyage au Perou p. 41.) auf dem Pichincha bey einem Gewitter, das den Hagel horizontal gegen ſie trieb, den Knall des Donners völlig einfach, und eben dies iſt oft von Perſonen bemerkt worden, die ſich in oder nahe bey einem vom Blitze getroffenen Gebäude befanden.

Es giebt aber vielerley Umſtände, welche theils dem Knalle des Donners an ſich eine Dauer geben, theils auch verurſachen können, daß ein an ſich einfacher Knall dennoch wie ein anhaltendes Getöſe gehört wird. So können mehrere ſchnell auf einander folgende Blitze, oder der

Durchgang eines Blitzes durch mehrere in einer Reihe liegende Wolken, einen vervielfältigten Donner hervorbringen. Wenn der Blitz in ein Gebäude einſchlägt, oder ſonſt einen Körper trift, wo er an verſchiedenen Orten ſchmettern oder Sprünge machen muß, ſo läſt ſich zwiſchen dieſen ſucceſſiven Exploſionen ein geringer Zwiſchenraum der Zeit bemerken, und es entſteht ein raſſelnder, vielleicht eine halbe Secunde anhaltender, Laut, der dem Schalle beym Zerreißen eines Papiers ähnlich iſt, und ſich von dem Wiederhalle in der äußern Luft ſehr deutlich unterſcheiden läſt. Daß dergleichen raſſelnde Schläge Kennzeichen des Einſchlagens ſind, iſt allgemein bekannt. Dieſe und mehr ähnliche Urſachen können dem Knalle des Donners an ſich eine kleine Zeitdauer geben.

Aber auch ein einfacher Knall kan aus zwoen Urſachen als ein anhaltendes und daurendes Getöſe gehört werden. Die erſte dieſer Urſachen iſt der **Wiederhall**, ſ. **Echo**. Die verſchiednen Flächen der Wolken und der Gegenſtände auf der Erde werfen den Schall auf ſo mannigfaltige Art und aus ſo mancherley Entfernungen zurück, daß nothwendig ein merklicher Zeitraum verfließen muß, ehe die ganze hieraus entſtehende Wirkung geendiget iſt. Daher iſt das Brüllen des Donners in gebirgigten Gegenden gemeiniglich weit anhaltender und fürchterlicher, als auf dem platten Lande. Wer die Wirkungen des Echo in gebirgigten Gegenden nur einmal gehört hat, wird nicht mehr zweiflen können, daß dieſes die wahre und vornehmſte Urſache von dem anhaltenden Getöſe des Donners ſey. Auf dem Oybin bey Zittau in der Oberlauſitz (ſ. **Leske** Reiſe durch Sachſen S. 501). hörte ich ſelbſt den Knall eines kleinen Mörſers durch das Echo zu einem Getöſe vervielfältiget, welches den ſtärkſten und anhaltendſten Donner nachahmte. Noch eine andere Urſache liegt darinn, das ſich die Stellen, durch welche der Blitz fortgehet, und in welchen er Exploſionen erreget, in verſchiedenen Entfernungen von demjenigen befinden, der den Donner höret. Iſt alſo gleich der Blitz in einem einzigen Augenblicke vorüber, ſo wird doch der in der nähern Stelle entſtandne

Knall merklich eher gehört, als der gleichzeitige Knall in der entferntern Stelle, und ſo dehnt ſich der ganze Donnerſchlag durch den Zeitraum aus, um welchen der Schall von der nächſten Stelle im Wege des Blitzes eher zum Ohre gelangt, als von der entfernteſten.

Es iſt demnach keinem Zweifel unterworfen, daß der Donner von der Erſchütterung der Luft durch den Blitz herrühre, und in einerley Augenblicke mit dem Blitze ſelbſt entſtehe. Man hört ihn auch mit dem Blitze zugleich, wenn man ſich an dem Orte, wo er entſteht, ſelbſt befindet. Iſt aber die Gewitterwolke entfernt, ſo folgt der Donner, deſſen Schall ſich nicht ſo geſchwind, als das Licht, fortpflanzt, erſt nach einem kleinen Zeitraume dem Blitze nach. Da man die Geſchwindigkeit des Schalles im Durchſchnitt genommen auf 1080 pariſer Fuß, oder 1240 leipziger Fuß in einer Secunde ſetzen kan, ſo läſt ſich die Entfernung der Gewitterwolke auf eine ſächſiſche Meile ſchätzen, wenn die Pauſe zwiſchen Blitz und Donner 25 — 26 Sec. beträgt.

Das **Wetterleuchten**, wovon ein eigner Artikel handeln ſoll, iſt vom Blitze unterſchieden, und nie von einem Knalle oder Donner begleitet. Es können aber oft auch entfernte Blitze noch geſehen werden, zumal bey Gelegenheit abziehender Gewitter, deren Knall man wegen der Weite und wegen des entgegengekehrten Windes nicht mehr höret. Daraus iſt nicht zu ſchließen, daß es nicht gedonnert habe; vielmehr iſt jeder eigentliche Blitz mit Donner verbunden. Dagegen kan ein Knallen in der Luft, oder etwas dem Donner ähnliches, auch aus andern Urſachen, z. B. Exploſionen brennbarer Materien, Zerplatzen der Feuerkugeln u. dgl. entſtehen, obſchon dergleichen Erſcheinungen ſelten und von dem eigentlichen Donner leicht zu unterſcheiden ſind.

Donnerhaus, *Maiſon du tonnerre.* Ein kleines zur elektriſchen Geräthſchaft gehöriges Modell eines Hauſes, wodurch man die ſchädlichen Wirkungen des Wetterſtrals auf ein unbeſchütztes Gebäude und den Nutzen der Blitzableiter erweiſen kan.

Taf. V. Fig. 89. iſt A ein in Geſtalt der Giebelſeite eines Hauſes ausgeſchnittenes Bret, welches ſenkrecht auf dem Fußbrete B aufgerichtet iſt. Auf eben dieſem Fußbrete ſteht auch, etwa acht Zoll weit von der Grundfläche des Brets A, die ſenkrechte Glasſäule CD. An dem Brete A befindet ſich ein viereckigter Einſchnitt ILMK, etwa ⅞ Zoll tief, und einen Zoll breit ins Gevierte, in welchem ein viereckigtes Holz liegt, das beynahe eben dieſelbe Größe hat, damit es locker in dem Einſchnitte liege, und bey dem geringſten Schütteln herausfalle. An dieſes viereckigte Holz iſt nach der Diagonallinie der Drath LK befeſtiget. An dem Brete A befindet ſich noch ein anderer Drath IH von einerley Stärke mit dem vorigen, an deſſen zugeſpitztes Ende die meſſingene Kugel H angeſchraubt wird, ſo auch der Drath MN, der bey O in einen Ring umgebogen iſt. Aus dem obern Ende der Glasſäule CD geht ein gebogner Drath E mit einer Hülſe F hervor, in welcher ſich ein Drath, mit Knöpfen an beyden Enden, ſenkrecht verſchieben läſt, deſſen unterer Knopf gerade über die Kugel H trift. Die Glasſäule CD ſteht nicht ganz feſt im Fußbrete, ſondern läſt ſich ganz leicht um ihre Axe drehen, wodurch man denn den Knopf G der Kugel H näher bringen oder von ihr entfernen kan, ohne den Theil EFG zu berühren. Wenn nun das viereckigte Holz LMIK (welches einen Fenſterladen, oder etwas ähnliches, vorſtellen kann) in dem Einſchnitte ſo gelegt iſt, daß der Drath LK in der punktirten Lage IM ſtehet, ſo iſt von H bis O eine vollſtändige metalliſche Verbindung gemacht, und das Modell ſtellt nun ein Haus vor, das, wie gehörig, mit einem ununterbrochenen metalliſchen Blitzableiter verſehen iſt. Wird aber das Holz LMIK ſo eingelegt, daß der Drath nach der Richtung LK ſteht, ſo iſt die metalliſche Leitung HO, die von der Spitze des Hauſes bis an den Fußboden gehen ſollte, bey IM unterbrochen, und das Modell giebt in dieſem Falle ein Beyſpiel eines nicht gehörig beſchützten Gebäudes.

Man lege nun das Holz auf dieſe letztere Art ein, ſtelle den Knopf G etwa einen halben Zoll hoch ſenkrecht

über die Kugel H, drehe alsdann die Glasſäule, und entferne dadurch den Knopf von der Kugel, verbinde den Drath EF durch eine Kette mit der innern Seite einer Verſtärkungsflaſche, und führe noch eine andere Kette von dem Ringe O bis an die äußere Belegung eben dieſer Flaſche. Nachdem nun die Flaſche durch eine Elektriſirmaſchine geladen worden, drehe man die Glasſäule zurück, und bringe den Knopf G nach und nach der Kugel H näher. Wenn nun beyde einander nahe genug kommen, ſo entladet ſich die Flaſche, und das Holz LMIK wird aus dem Einſchnitte heraus auf eine beträchtliche Weite hinweg geworfen. Nun ſtellt der Knopf G bey dieſem Verſuche eine Gewitterwolke vor, aus welcher, wenn ſie dem höchſten Orte des Gebäudes nahe genug kömmt, die Elektricität in das Gebäude ſchlägt, und da es nicht gehörig durch ununterbrochene Leitung beſchützt iſt, durch dieſen Schlag das Holz IM abwirft, d. h. einen Theil des Gebäudes zerſchmettert.

Man wiederhole nun den Verſuch mit dieſer einzigen Veränderung, daß man dem Holze IM die andere Lage giebt, in welcher der Drath LK in die Richtung IM kömmt, wobey die Leitung HO nicht unterbrochen wird: ſo wird der Schlag nicht die geringſte Wirkung auf das Holz LM thun, ſondern es wird daſſelbe in dem Einſchnitte unbewegt bleiben; wodurch ſich der Nutzen metalliſcher Ableitungen von gehöriger Continuität überhaupt an den Tag legt.

Endlich ſchraube man von dem Drathe HI die meſſingene Kugel H ab, ſo daß die Spitze des Draths blos bleibe, und wiederhole nach dieſer Veränderung beyde erſtangeführte Verſuche: ſo wird das Holz IM beydemal unbewegt bleiben, auch wird man gar keinen Slag bemerken, ſondern es wird die Flaſche ſtillſchweigend entladen werden. Man ſieht hieraus nicht allein, wie ſehr zugeſpitzte Blitzableiter den ſtumpfgeendeten vorzuziehen ſind, ſondern es läſt ſich daraus auch ſchließen, daß die Spitzen ſchon an ſich, auch ohne eine regelmäßige Ableitung einigen Schutz gewähren, und den Schlag verhüten, obgleich

andere Verſuche zeigen, daß es gefährlich ſeyn würde, ſich ohne Continuität der Leitung auf die Spitze allein zu verlaſſen.

Dieſe von Cavallo beſchriebene Einrichtung des Donnerhauſes iſt ſehr einfach, und läſt ſich mit geringen Abänderungen zu Nachahmung der meiſten Phänomene des Blitzes gebrauchen; ich füge ihr noch eine andere von Sigaud de Lafond angegebene bey.

Die vier Wände eines kleinen hölzernen Hauſes ſind mit dem Fußboden durch leicht bewegliche Charniere verbunden. Sie werden lothrecht aufgerichtet, und in dieſer Lage durch das aufgeſetzte Dach erhalten, welches zu dem Ende einen Falz hat, in welchen die obern Kanten der Wände einpaſſen. Aus dem Dache geht durch einen Schorſtein ein Metalldrath hervor, der ſich oben in eine metallne Kugel endiget, und inwendig unter dem Dache auf einem Kupferbleche aufliegt, welches mit einer Patrone voll Schießpulver in Verbindung ſtehet. Dieſe Patrone liegt auf zwoen Säulen, deren eine von Metall iſt, bis unter den Fußboden des Hauſes hinabreicht, und durch eine Kette mit der äußern Belegung einer Verſtärkungsflaſche verbunden wird.

Wird nun die Flaſche geladen, und ein mit ihrer innern Seite verbundener Knopf etwa ſo, wie bey Cavallo's Donnerhauſe, der aus dem Schorſteine hervorragenden Kugel genähert, ſo erfolgt eine Entladung, der Schlag dringt in das Innere des Hauſes, entzündet das Pulver, und erregt dadurch eine Exploſion, welche das Dach abhebt und die Wände auseinander wirft; eben ſo, wie der Blitz ein gewöhnliches Gebäude zerſtört, wenn er an demſelben keine ununterbrochne metalliſche Leitung findet, oder auf ſeinem Wege durch entzündbare ihm widerſtehende Mittel brechen muß.

Will man nun das Haus gegen dieſe zerſtörende Wirkung ſchützen, ſo ſetze man es aufs neue zuſammen, bringe wieder eine Patrone an den vorigen Ort, hänge aber jetzt eine Kette, oder noch beſſer einen Drath, an das aus dem Schorſteine hervorgehende Metall, und verbinde dieſen

mit der äußern Belegung der Flaſche. Wenn nach dieſer Vorbereitung der Verſuch wiederholt wird, ſo trift zwar der Schlag, wie vorhin, die auf dem Schorſteine ſtehende Kugel, aber er wird jetzt durch den von außen angehangenen Drath auf einem kürzern und leichtern Wege zu ſeinem Ziele, nemlich zur äußern Seite der Flaſche, geführt, ohne das Innere des Hauſes zu treffen und zu beſchädigen — ein deutlicher Beweis, daß Schläge, die ſonſt das Innere der Gebäude würden getroffen haben, durch ununterbrochne metalliſche Leitungen ohne Schaden zu ihrem Ziele geführet werden.

Cavallo vollſtändige Abhandlung der Lehre von der Elektricität, a. d. Engl. dritte Aufl. Leipz. 1785. 8. S. 210 u. f.

Sigaud de la Fond Dictionnaire de phyſique, art. *Maiſon du tonnerre.*

Doppelbarometer, ſ. den Artikel Barometer, unter dem Abſchnitte: **Verſchiedne Einrichtungen dieſes Werkzeugs.**

Doppelſtein, ſ. **Kryſtall, isländiſcher.**

Drache, fliegender, ſ. **Feuerkugel.**

Drache, elektriſcher, Draco volans papyraceus, obſervationibus electricis inſerviens. *Cerf-volant électrique.*

Das bekannte Spielwerk der Knaben, welche einen aus Holzſpänen und Papier zubereiteten Drachen an einer Schnur halten, und vom Winde in die Höhe treiben laſſen, iſt nach Franklin von mehrern Naturforſchern als ein Mitel gebraucht worden, einen leichten Leiter hoch in die Atmoſphäre zu erheben, um die Elektricität der Luft oder der Wolken dadurch herabzubringen, und führt daher, wenn es zu dieſer Abſicht eingerichtet iſt, den Namen des elektriſchen Drachen.

Das Spielwerk des fliegenden Drachen wird ſchon von Daniel **Schwenter** (Mathematiſche Erquickſtunden, Nürnberg 1651. 4. Th. I. S. 472.) beſchrieben, der auch einen körperlichen Drachen verfertigen lehrt, und ſich dabey auf einen noch ältern Schriftſteller, **Jacob Wecker** (in Secretis, fol. 178.), beruft. Wie der Wind einen

ſolchen Drachen hebe, erklärt Muſſchenbroek (Introductio ad phil. nat. §. 573.). Taf. V. Fig. 90. ſey an den Stab AB die ſchlaffe Schnur DEC angebunden. Wenn nun an irgend einen Punkt derſelben E noch die Schnur EM befeſtiget und bey M mit der Hand gehalten wird, die Fläche des Drachen aber mit der horizontalen Richtung des Windes OP einen ſchiefen Winkel = OPH macht, ſo läſt ſich der Stoß des Windes OP gegen den Schwerpunkt O, in die beyden Theile OH und HP zerlegen. Da der letztere Theil der Fläche AB gleichlaufend iſt, und daher nicht auf ihre Bewegung wirkt, ſo bleibt blos der erſtere Theil OH wirkſam; der Drache wird nach der Richtung OH fortgetrieben; er ſteigt alſo höher, weil H höher, als O, liegt. Zugleich wird dieſe Wirkung noch dadurch befördert, daß man die Fläche des Drachen der Richtung des Windes nicht gerade entgegen kehret, ſondern, wie den Flügel einer Windmühle, ſchief gegen denſelben richtet, wobey die Wirkung des Windes am ſtärkſten iſt, wenn die auf der Fläche des Drachens gezognen Horizontallinien mit der Richtung des Windes einen Winkel von 54° 34′ machen. Die Schnur wird im Anfang ſtark angezogen, und man läuft damit dem Winde entgegen, um ſeinen Stoß gegen die Fläche noch mehr zu verſtärken. So laſſen ſich dergleichen Drachen an einer langen Schnur vom Winde auf beträchtliche Höhen treiben.

Franklin kam im Jahre 1752 zuerſt auf den Gedanken, einen ſolchen Drachen in die Wolken aufſteigen zu laſſen, um die Elektricität derſelben herabzuleiten, und dadurch einen directen Beweis der von ihm behaupteten Gleichheit des Blitzes und der Elektricität zu erhalten. Er wuſte damals noch nicht, daß zugeſpitzte Stangen von mäßiger Höhe ſchon dazu hinreichend wären, und ſahe alſo den Drachen als das leichteſte Mittel an, ſich einen Zutritt zu den höhern Gegenden des Donners zu verſchaffen. Er breitete zu dem Ende ein großes ſeidnes Schnupftuch über zwey kreuzweis gelegte Stäbgen aus, und ließ daſſelbe bey Gelegenheit des erſten aufſteigenden Gewitters an einer hänfenen Schnur in die Höhe, an deren unterſtes Ende er

einen Schlüſſel gebunden hatte. Schon war eine ſehr viel verſprechende Wolke ohne die mindeſte Wirkung vorübergezogen, als er einige lockere Fäden der hänfenen Schnur gerade in die Höhe ſtehen, und von der Schnur ſo, wie von einander ſelbſt, fliehen ſah. Er brachte ſogleich den Knöchel ſeines Fingers an den Schlüſſel, und erhielt dadurch zu ſeinem lebhaften Vergnügen einen deutlichen elektriſchen Funken. Es folgten darauf noch mehrere, und nachdem die Schnur naß geworden und alſo eine beſſerer Leiter war, ſammlete ſich die Elektricität in dem Schlüſſel ſehr häufig. Dieſer im Junius 1752 angeſtellte Verſuch war der erſte, durch welchen Franklin ſelbſt eine unmittelbare Beſtätigung von der vermutheten Elektricität der Gewitterwolken erhielt.

Im folgenden Jahre kam Herr de Romas, Beyſitzer des Landgerichts zu Nerac, auf eben dieſen Gedanken, ohne Franklins Verſuche zu kennen. Er gab zugleich dem elektriſchen Drachen eine weit bequemere und zweckmäßigere Einrichtung. Er bediente ſich einer mit Eiſendrathe durchflochtenen hänfenen Schnur an einem papiernen Drachen, welcher 7½ Fuß Höhe, 3 Fuß Breite und 18 Quadratfuß Fläche hatte. Die hänfene Schnur war unten an eine trockne ſeidne Schnur befeſtiget, die unter einem Wetterdache vor dem Regen beſchützt, und an ein mit einem Steine beſchwertes Pendulum gebunden war. Dadurch ward die hänfene Schnur iſolirt, und die Elektricität mehr angehäuft; das Pendulum aber konnte der Stärke des Windes nach Erfordern nachgeben. Endlich hieng er an das Ende der hänfenen Schnur eine blecherne Röhre, welche als Conductor diente, um die Funken daraus zu ziehen.

Mit dieſer Geräthſchaft gelang es Hrn. de Romas, aus den Wolken eine ſtärkere Menge Elektricität herabzubringen, als jemals ſowohl vor als nach ihm durch irgend eine Veranſtaltung erhalten worden iſt. Als der Drache an einer 780 Fuß langen Schnur, welche mit dem Horizonte einen Winkel von beynahe 45° machte, 550 Fuß hoch geſtiegen war, zog er am 7 Jun. 1753, Nachmit-

tags um ein Uhr, aus ſeinem Conductor Funken, deren Schall man zweyhundert Schritte weit hörte. Er fühlte auf ſeinem Geſicht die bekannte Empfindung der Elektricität, als ob Spinnweben über daſſelbe gezogen würden, ob er gleich drey Fuß weit von der Schnur entfernt ſtand. Gegen den Conductor, der ohngefähr drey Fuß hoch über der Erde hieng, erhoben ſich vom Boden auf drey Strohhalme, wovon der längſte einen Fuß hoch war, ſtanden aufrecht und tanzten, wie Puppen, im Kreiſe herum, ohne einander zu berühren. Nachdem dieſes Schauſpiel etwa eine Viertelſtunde gedauert hatte, fieng es an zu regnen, die zunehmende Empfindung von Spinnweben und ein anhaltendes Praſſeln kündigten Verſtärkung der Elektricität an. Endlich ward der längſte Strohhalm von dem blechernen Rohre angezogen, worauf drey Explosionen erfolgten, deren Laut von einigen mit dem Platzen einer Rackete, von andern mit dem Zerſchlagen irdener Krüge gegen einen gepflaſterten Boden verglichen ward. Man hörte dieſen Laut bis mitten in die Stadt, und der dabey erſcheinende Feuerſtral war 8 Zoll lang und 5 Linien dick. Der Strohhalm, der die Exploſion veranlaſſet hatte, ward an der Schnur des Drachen hin auf 45 — 50 Toiſen weit abwechſelnd angezogen und zurückgeſtoßen; bey jedem Anziehen erſchien ein Feuerſtral mit einem Knalle. Man ſpürte einen Phosphorusgeruch, und rings um die Schnur zeigte ſich, obgleich bey hellem Tage, ein Lichtcylinder von 3 — 4 Zoll Durchmeſſer. In der Erde entdeckte man, gerade unter dem Conductor, ein Loch von 1 Zoll Tiefe und 1 Zoll Weite, welches durch die Exploſionen war verurſachet worden. Endlich warfen Hagel und Regen den Drachen herab. Im Niederfallen verwickelte ſich die Schnur an einem Dache, und die Perſon, die ſie losmachte, empfand in den Händen und durch den ganzen Körper eine ſo heftige Erſchütterung, daß ſie genöthiget ward, die Schnur ſofort fahren zu laſſen, welche auch noch einigen Perſonen, auf deren Füße ſie fiel, einen erſchütternden Schlag gab. Dieſe heftigen Wirkungen der Elektricität veranlaſſeten Hrn. de Romas, zu mehrerer Sicherheit bey ähnlichen

Verſuchen den Excitator oder Auslader zu erfinden, ſ. Auslader.

Bey einem andern Verſuche am 16 Aug. 1757 waren die Feuerſtralen, welche aus der Schnur des Drachen gegen einen nahe dabey aufgeſtellten Leiter fuhren, 10 Fuß lang und 1 Zoll dick, und ihr Knall glich einem Piſtolenſchuſſe. De Romas erzählt in einem Briefe an Nollet (Mém. préſentés, To. IV. p. 514.), daß er in weniger als einer StundeZeit auf dreyßigFeuerſtralen von dieſerGröße erhalten habe, viele hundert kleinere von 7 Fuß Länge und darunter ungerechnet, welche allezeit von der Schnur auf den nächſten dabeyſtehenden Leiter trafen.

Beccaria zu Turin hat ſich bey ſeinen zahlreichen Verſuchen über die Elektricität der Wolken ebenfalls der elektriſchen Drachen bedienet. Er wand die Schnuren derſelben auf einen Haſpel, der auf gläſernen Pfeilern ruhete, und verband denConductor mit der Axe des Haſpels. De Romas hat nachher einen eignen elektriſchen Wagen angegeben, den man von einem Orte zum andern führen, und die iſolirteSchnur des Drachen darauf ſicher aufwinden und nachlaſſen kan, ohne ſie zu berühren. Briſſon (Dict. raiſonné de phyſ. art. *Charriot électrique*) beſchreibt dieſe Maſchine ſehr umſtändlich. Sie iſt aber allzuſehr zuſammengeſetzt, um in den elektriſchen Apparat allgemein aufgenommen zu werden.

Man ſahe den elektriſchen Drachen anfänglich blos als ein Mittel an, die Elektricität der Gewitterwolken zu unterſuchen; neuerlich aber hat man ihn auch zu Beobachtungen über die tägliche Luftelektricität zu gebrauchen angefangen. Die Veranſtaltung hiezu will ich nach der Angabe des Cavallo, die mir die leichteſte und natürlichſte ſcheint, beſchreiben.

Man braucht dazu am beſten gewöhnliche papierne Drachen, vier Schuh lang, und wenig über zween Schuh breit, die man mit Firniß überzieht, oder in geſottenem Leinöl tränkt, damit ſie der Regen nicht durchnäſſe und zerreiße. Die ſeidnen und leinenen erfordern ſtarken Wind, und ſind ohne Nutzen theurer, und ſchwerer zu verfertigen,

als die papiernen. Größere Drachen, als die angegebnen, ſind ſchwer zu behandeln, und dieſe ſind ſchon ſtark genug, um eine hinreichende Länge von Schnur in der Höhe zu erhalten.

Der weſentlichſte Theil der Zubereitung iſt die Schnur, die ein ſehr guter Leiter ſeyn muß. Cavallo fand nach verſchiedenen mißlungenen Proben, daß man die beſte Schnur erhalte, wenn man einen unächten Goldfaden (d. i. einen ſeidenen oder leinenen Faden, mit einem dünnen Kupferblättchen überzogen, wie ſie zu unächten Stickereyen gebraucht werden) mit einem ſehr dünnen Bindfaden zuſammendrehet. Aechte Gold- oder Silberfäden würden noch beſſere Dienſte thun, wenn ſie nicht wegen der nöthigen Länge der Schnur zu koſtbar wären. Die Verſuche, den Bindfaden ſelbſt durch Ueberziehen mit Lampenruß, Kohlenſtaub u. dgl. zu einem guten Leiter zu machen, ſchlugen fehl, weil ſich dieſe Materien leicht abrieben: Einweichung des Bindfadens in Salzwaſſer that zwar ganz gute Dienſte, war aber unbequem, weil ſie beym Gebrauche ſelbſt die Hände ſalzig machte. Zween Bindfaden mit einem Meſſingdrathe zuſammengedreht hielten nicht gut, weil der Drath ſich an mehreren Stellen drehte und von einander brach.

Die iſolirten Knäuel, elektriſchen Wagen und andere ähnliche Vorrichtungen, um ſich während dem Steigen des Drachens vor der Gefahr des Schlags zu ſchützen, hält Cavallo für überflüßig. Er meint, außer der Zeit eines Gewitters habe es mit den Schlägen aus der Schnur keine Gefahr; bey einem Gewitter aber ſey es, ſelbſt beym Gebrauche der möglichſten Vorſicht, nicht rathſam, den Drachen ſteigen zu laſſen, wenn man ihn nicht ſchon vorher in die Höhe gebracht habe. Mir ſcheint dies letztere gerade eben ſo viel zu ſeyn, als einen Blitzableiter aufrichten, indem das Gewitter eben über dem Hauſe ſteht. Ueberdies iſt bey einem Gewitter die Elektricität ſchon ſo merklich, daß man ſie durch weit leichtere und ſichrere Mittel, als durch den Drachen, beobachten kan, ſ. Elektricitäszeiger. Iſt inzwiſchen die Luft während des Steigens ſehr

ſtark elektriſirt, ſo räth er blos an, den Haken einer Kette an die Schnur zu hängen, und das Ende derſelben auf den Boden herabfallen zu laſſen, ſich ſelbſt aber zu allem Ueberfluſſe auf einen iſolirenden Stuhl zu ſtellen. Durch dieſes Mittel wird der Elektricität der Uebergang zur Erde, als zu ihrem Ziele, durch die Kette angewieſen, der iſolirte Körper hingegen verſtattet ihr keinen freyen Weg.

Iſt nun der Drache hoch genug geſtiegen, ſo zieht man die Schnur durchs Fenſter in ein Zimmer, bindet eine ſtarke ſeidne Schnur daran, und befeſtiget das Ende derſelben an einen ſchweren Tiſch. Auf dieſen Tiſch wird ein kleiner iſolirter Conductor geſtellt, und durch einen Drath mit der Schnur verbunden. Man könnte auf dieſen Conductor, wie gewöhnlich, ein Quadrantenelektrometer befeſtigen; da er aber durch das Schwanken der Schnur oft umgeworfen wird, ſo iſt das Elektrometer vor dem Zerbrechen ſicherer, wenn man es auf einem gläſernen mit Siegellak überzognen Stative ſo neben den Conductor ſtellt, daß es denſelben berührt. Dieſes Elektrometer zeigt nun die Stärke der in der Luft befindlichen Elektricität an.

Um ihre poſitive oder negative Beſchaffenheit zu prüfen, kan man eine Glasröhre gebrauchen, an deren einem Ende ein Drath mit einem Knopfe eingekűttet iſt. Man faſſet das andere Ende an, und berührt die Schnur am Drachen mit dem Knopfe des Draths. Da die Schnur iſolirt iſt, ſo theilt ſie dem Drathe ein wenig von ihrer Elektricität mit, welches ſchon zureicht, die Beſchaffenheit derſelben zu beſtimmen, wenn man den Knopf des Draths an ein elektriſirtes Elektrometer bringt. Iſt die Elektricität nicht ſtark, ſo kan man ihre Beſchaffenheit an der Schnur ſelbſt durch Annäherung eines elektriſirten Elektrometers unterſuchen. Iſt kein Elektrometer bey der Hand, ſo kan man aus dem Conductor eine Flaſche laden, welche ihre Ladung eine Zeitlang behält, und alſo gelegentlich mit dem Elektrometer unterſucht werden kan. Hiezu iſt beſonders die von Cavallo angegebene Flaſche bequem, die man geladen bey ſich tragen kan, ſ. Leidner Flaſche.

Iſt die Elektricität des Drachens ſehr ſtark, ſo kan man etwa ſechs Zoll weit von der Schnur eine mit dem Boden in Verbindung ſtehende Kette befeſtigen, welche die Elektricität, im Fall ſie gefährlich werden ſollte, durch einen Funken aufnehmen und in die Erde führen wird.

Mit dieſer Geräthſchaft hat Cavallo in den Jahren 1775 und 1776 eine Reihe von Beobachtungen über die Elektricität der Atmoſphäre angeſtellt, deren Reſultate bey dem Worte: Luftelektricität, angeführt werden ſollen. Nur ein einzigesmal, am 18 Oct. 1775, begegnete es ihm, daß beym Uebergange einer Regenwolke über den Scheitel die Elektricität, welche ſich vorher ſchnell aus einer poſitiven in eine negative verändert hatte, ungewöhnlich ſtark ward. Er entſchloß ſich daher aus Beſorgniß eines unangenehmen Zufalls, die Iſolirung der Schnur aufzuheben, und band in dieſer Abſicht, da er keine Kette bey der Hand hatte, die ſeidne Schnur ab. Während dieſer Beſchäftigung, die kaum eine halbe Minute lang dauerte, bekam er zwölf bis funfzehn ſtarke und heftig erſchütternde Schläge in den Armen, der Bruſt und den Schenkeln. Er band nun die Schnur unmittelbar an einen Stuhl, da aber dieſer nur ein ſchlechter Leiter war, ſo fieng ſie an gegen den Fenſterrahmen, als den nächſten leitenden Körper, Funken zu ſchlagen, welche man weit hörte. Dieſe Funken wurden immer ſchneller, und ihre geſchwinde Folge verurſachte einen Laut, der dem Raſſeln eines Bratenwenders glich. Sobald die Wolke vorüber war, hörte dieſe ſtarke Elektricität ſogleich auf. Es ward aber weder an dieſem, noch einige Tage vorher und hernach, etwas einem Gewitter ähnliches wahrgenommen.

Man ſieht hieraus, daß der elektriſche Drache, ſo ein vortreſliches Mittel zur Unterſuchung der Luftelektricität er auch iſt, dennoch bey ſtarken Graden der Elektricität, und vorzüglich bey Gewittern, mit vieler Vorſicht behandlet werden müſſe. Jetzt möchten wohl die ſeitdem erfundenen aeroſtatiſchen Maſchinen, beſonders kleine Aeroſtaten, mit brennbarer Luft gefüllt, noch beſſere Dienſte, als der Drache, thun. Es macht, wenn ſie einmal zubereitet

ſind, keine Mühe, ſie zum Steigen zu bringen, ſelbſt bey windſtillem Wetter, bey welchem die Drachen gar nicht ſteigen. Sie ſind auch bald nach den erſten aeroſtatiſchen Verſuchen vom Abbe Bertholon in Montpellier, Herrn Lichtenberg in Göttingen, und andern, mit Vortheil zur Unterſuchung der atmoſphäriſchen Elektricität gebraucht worden.

Prieſtley Geſchichte der Elektricität durch Krünitz S. 116. ingl. S. 222 u. f.

Cavallo vollſt. Abhandl. der Lehre von der Elektricität, a. d. Engl. dritte Aufl. S. 273 u. f.

Drebbeliſches Thermometer, ſ. Thermometer.

Druck, Preſſio, *Preſſion*. Wenn ein ruhender Körper A von einer Kraft getrieben wird, ſich zu bewegen, und dadurch einen andern Körper B, den er berührt, fortzutreiben oder aus ſeiner Stelle zu verdrängen ſtrebt, ſo ſagt man, der Körper A drücke gegen B. Ein Stein, der auf meiner Hand liegt, wird von der Schwere getrieben, ſich zu bewegen, oder zu fallen. Ich empfinde es, daß er dadurch die Hand niederwärts zu treiben ſtrebt; weil ich eine gewiſſe Kraft oder Beſtrebung darauf verwenden muß, ſie in ihrer Stelle zu erhalten. Man ſagt daher, der Stein drücke die Hand. Liegt der Stein auf dem Tiſche, ſo wird er eben ſo den Tiſch drücken. Denn es iſt kein Grund da, zu vermuthen, daß er ſich auf dem Tiſche liegend anders, als auf der Hand, verhalten ſollte, und überdies fällt er herab, wenn der Tiſch unter ihm hinweggezogen wird, eben ſo wie im vorigen Falle, wenn man die Hand hinwegzieht.

Druck heißt alſo die Wirkung eines ruhenden Körpers, der von einer Kraft zur Bewegung getrieben wird, in einen ihn berührenden Körper, der dieſer Bewegung entgegenſteht. Dieſer letztere Körper heißt der widerſtehende, das Hinderniß (obſtaculum). Da auch das, was Bewegung hindert, Kraft genannt wird, ſo muß auch in dem widerſtehenden Körper eine Kraft ſeyn, welche die Wirkung jener Kraft, oder die Bewegung des drückenden

Körpers hindert. Dieſes iſt die Kraft des Zuſammenhangs der undurchdringlichen Theile des widerſtehenden Körpers unter einander ſelbſt und mit andern unbeweglichen Körpern. Iſt dieſer Zuſammenhang zu ſchwach, um dem Drucke zu widerſtehen, ſo zerbricht der widerſtehende Körper, oder wird von den andern unbeweglichen losgeriſſen.

Die in einen ruhenden Körper wirkende Kraft bringt alſo, wenn ſich der Körper bewegen kan, wirkliche Bewegung, wenn er aber ſich zu bewegen gehindert wird, Druck gegen das Hinderniß hervor. In beyden Fällen iſt doch die Kraft ſelbſt immer dieſelbe. Sie iſt nemlich das, was man in der Mechanik bewegende Kraft nennt, und was durch das Product der beſchleunigenden Kraft in die Maſſe des Körpers ausgedrückt wird, ſ. Kraft, bewegende, beſchleunigende.

Die bekannteſten Kräfte, aus welchen Druck entſtehen kan, ſind:

1) Die Kräfte der menſchlichen und thieriſchen Körper, welche mit den Händen, Füßen, der Bruſt und andern Theilen des Körpers nach mancherley Richtungen drücken, und andere Körper aus ihren Stellen zu verdrängen, ſtreben können.

2) Die Schwere oder das Gewicht der Körper, welches nach einer beſtimmten Richtung auf unbewegliche Unterlagen Druck hervorbringt.

3) Die Elaſticität oder Federkraft feſter und flüßiger Körper. So drückt eine Feder, wenn ſie zwiſchen zween unbeweglichen Körpern zuſammengezwängt iſt, indem ſie ſich in ihre natürliche Geſtalt herzuſtellen ſtrebt, gegen beyde; und eingeſchloßne Luft drückt, indem ſie ſich durch einen weitern Raum zu verbreiten ſucht, gegen die Wände des Gefäßes, das ſie einſchließt.

4) Auch bey andern Naturerſcheinungen, welche ſonſt mit Bewegung begleitet ſind, entſteht Druck gegen das, was dieſe Bewegung hindert. So kan aus der magnetiſchen und elektriſchen Anziehung u. dgl. Druck erfolgen.

Man pflegt die bewegenden Kräfte überhaupt durch die Gewichte auszumeſſen, die mit ihnen einen gleichen Druck hervorbringen; daher denn auch ein jeder Druck, als die Wirkung der bewegenden Kraft, einem Gewichte gleich geſetzt werden kan. So ſagt man, der Druck der Luft auf eine Fläche von einem pariſer Quadratſchuh betrage 2240 Pfund, d. i. die Fläche werde von der Luft eben ſo ſtark gedrückt, als ſie von einem Gewichte von 2240 Pfund würde gedrückt werden, wenn ſie die Unterlage deſſelben wäre.

Da Druck aus Kraft entſpringt, und in nichts anderm, als einem Beſtreben nach Bewegung (ſollicitatione ad motum) beſteht, ſo kan man die Sätze, welche von der Zuſammenſetzung und Zerlegung der Kräfte und Bewegungen gelten, auch auf den Druck anwenden, und einen Druck in mehrere nach verſchiedenen Richtungen zerlegen, ſo wie aus dem Zuſammenkommen mehrerer Kräfte, die nach verſchiedenen Richtungen wirken, ein Druck nach einer mittlern Richtung entſtehen kan, ſ. Zuſammenſetzung und Zerlegung der Kräfte. Wenn die Richtung des Drucks auf der Fläche des Hinderniſſes lothrecht ſteht, ſo wird die ganze Wirkung des Drucks gegen das Hinderniß verwendet; iſt der Druck gegen eine Fläche ſchief gerichtet, ſo läſt ſich die drückende Kraft in zween Theile zerlegen, deren einer lothrecht auf die Fläche, der andere mit ihr parallel gerichtet iſt. Der lothrechte Theil drückt dann ganz auf die Fläche, der parallele wirkt gar nicht auf ſie, wird alſo auch von ihr nicht gehindert, ſondern erzeugt wirklich Bewegung, wenn dies nicht durch andere Urſachen gehindert wird. Die Kugel auf der ſchiefen Fläch AC (Taf. V. Fig. 91.) wird von der Schwere nach der Richtung ca getrieben, welche mit AC einen ſchiefen Winkel macht. Dieſe Schwere nach ca läſt ſich in die Kräfte cb und ba zerlegen. Der erſte Theil cb beſtimmt den Druck der Kugel gegen die Fläche, welcher ſich alſo zum Gewichte der Kugel, wie cb zu ac, verhält. Der übrige Theil ba, welcher nicht in die Fläche AC wirkt, erzeugt Bewegung, und treibt die Kugel nach der Richtung ba

auf der Fläche herab; ſo rollt ſie fort, als ob ſie von einer Kraft getrieben würde, welche ſich zur Schwere, wie ba zu ca, verhält.

Fortpflanzung des Drucks.

Der Druck pflanzt ſich von einem Theile des Hinderniſſes zum andern fort. Wer einen Stab gegen die Wand ſtemmt, drückt gegen das eine Ende deſſelben, der Druck aber wird durch den Zuſammenhang der Theile fortgepflanzt, und wirkt am andern Ende mit gleicher Stärke gegen die Wand. Bey dieſer Fortpflanzung des Drucks aber äuſſert ſich zwiſchen feſten und flüßigen Körpern ein wichtiger Unterſchied.

Der feſte Körper, deſſen Theile ſo ſtark zuſammenhängen, daß keiner davon fortgehen kan, ohne alle übrige nach parallelen Richtungen mitzunehmen, pflanzt den Druck, der auf ihn geſchieht, blos nach ſolchen Richtungen fort, welche mit der Richtung des Druckes ſelbſt parallel ſind. Der Würfel, der eine Säule trägt, pflanzt den Druck, den er vom Gewicht dieſer Säule leidet, blos nach der lothrechten Richtung auf den Boden fort. Wäre auch dieſer Würfel mit Seitenwänden umſchloſſen, und mit einem Deckel belegt, ſo würden doch weder die Wände noch der Deckel irgend etwas von dem Drucke empfinden, den das Gewicht der Säule hervorbringt, weil alle Theile des Würfels blos nach lothrechten mit einander parallelen Richtungen gegen den Boden getrieben werden.

Der flüßige Körper hingegen, in welchem die Theile nur ſchwach zuſammenhängen, und einzeln bewegt werden können, ohne daß ſich darum das Ganze bewegen darf (mobilitas partium reſpectiva), läſt ſich als eine Anhäufung vieler einzelnen unverbundenen Theile betrachten. Da alle noch in die Sinne fallende Theile flüßiger Materien als Tropfen, d. i. kugelförmig, erſcheinen, ſo hat man wohl keinen Grund, den kleinſten oder erſten Theilen flüßiger Körper eine andere, als die Kugelgeſtalt, beyzulegen. Auch muß man ſich dieſe erſten Theile, wenn man ſich einmal dergleichen vorſtellen will, als feſte oder harte

Körper gedenken, weil bey ihnen der Begrif von Flüßigkeit, der eine fernere Theilbarkeit voraussetzt, nicht mehr ſtatt findet. Vorausgeſetzt alſo, daß ſich eine flüßige Materie als eine Anhäufung harter Kugeln anſehen laſſe, wollen wir jetzt ſehen, was ſich hieraus über die Fortpflanzung des Drucks in flüßigen Körpern durch bloße Speculationen folgern laſſe.

Wenn die Kugel A (Taf. V. Fig. 92.) auf die Kugel B nach der Richtung ab drückt, welche durch die Mittelpunkte beyder Kugeln geht, ſo iſt kein Zweifel, daß ſich der Druck nach eben dieſer Richtung fortpflanzen werde. Drückt aber A, wie bey Fig. 93., auf eine oder mehrere andere Kugeln C und D, nach der Richtung ab welche nicht mehr die Mittelpunkte von C und D trift, ſo ſteht an den Berührungspunkten der Kugeln die Richtung des Drucks nicht mehr ſenkrecht auf der Fläche der gedrückten Kugeln: ſie muß daher in Theile zerlegt werden, von welchen nur diejenigen auf C und D wirken, die an den Berührungspunkten ſenkrecht auf den Kugelflächen ſtehen, d. h. die nach den Richtungen der Halbmeſſer, oder durch die Mittelpunkte der Kugeln gehen. Hieraus iſt klar, daß die Kugeln C und D von A nach den ſchiefen Richtungen ac und ad gedrückt werden.

Man denke ſich nun, wie Taf. V. Fig. 94., ein holes mit einer Menge harter Kugeln angefülltes Gefäß, und laſſe auf dieſelben ein Gewicht F. auf eine feſte Platte geſtellt, drücken. Lägen dieſe Kugeln alle in vertikalen Reihen untereinander, wie A und B. Fig. 92., ſo würde ſich der Druck des Gewichts F blos in vertikalen Richtungen bis auf den Boden fortpflanzen. Liegen ſie aber außer dieſer regelmäßigen Ordnung, ſo, daß ſie ſich in mancherley Punkten berühren, und daß die durch ihre Mittelpunkte und Berührungspunkte gezognen Linien mancherley verſchiedne Lagen haben, ſo fällt in die Augen, daß ſich der vom Gewichte F herrührende Druck nach mancherley Richtungen fortpflanzen muß. Man begreift leicht, was in einem ſolchen Gefäße vorgehen würde, wenn es bey fg eine Oefnung in der Seitenwand hätte. Das Gewicht F

würde niederſinken, und die an fg zunächſt anliegende Kugel würde von der nebenliegenden ſeitwärts gedrückt, durch fg ausweichen. Verſtattete die Platte, die das Gewicht trägt, freyen Raum bey c und d, ſo würden die daſelbſt liegenden Kugeln, von den unten anliegenden aufwärts gedrückt, oben austreten, und dem Gewichte zum Niederſinken Platz machen. Iſt nun alles verſchloſſen, und geht der Deckel über das ganze Gefäß, ſo werden die anliegenden Kugeln, da ſie ſich nicht bewegen können, nicht nur gegen den Boden, ſondern auch gegen die Seitenwände und den Deckel drücken. Um aber die Anzahl dieſer Drückungen, ingleichen die Stärke und Richtung einer jeden zu beſtimmen, müſte die Anzahl der Kugeln nebſt ihrer Größe und Lage gegen einander genau bekannt ſeyn.

Nun darf man ein mit Waſſer gefülltes Gefäß unſerer Vorausſetzung gemäß mit dem hier betrachteten wohl vergleichen. Es läſt ſich nicht annehmen, daß die Theilchen des Waſſers alle in vertikalen Reihen über einander liegen; denn die geringſte Bewegung würde dieſe Ordnung, wenn ſie auch einmal ſtatt finden könnte, augenblicklich zerſtören. Dieſe Betrachtung lehrt uns, wenn anders die Vorausſetzungen ſtatt finden, daß der Druck auf eine eingeſchloßne flüßige Maſſe ſich durch die Theile derſelben nach mancherley Richtungen fortpflanzen könne, daß dies auch ſehr wahrſcheinlich in der That geſchehe, und durch Druck auf eingeſchloßnes Waſſer, wenn gleich die drückende Kraft nur niederwärts wirkt, dennoch auch Seitendruck auf die Wände des Gefäßes und aufwärts gerichteter Druck gegen deſſen Deckel entſtehe.

Hier aber verläſt uns auch die Theorie mit einemmale. Es iſt ſchlechterdings unmöglich, die Anzahl, Größe und Lage der erſten Waſſertheilchen anzugeben, daher auch unmöglich, die Richtungen und die Stärke der Drückungen jedes einzelnen Waſſertheilchens durch die Theorie zu beſtimmen. Wir ſind daher genöthiget, zur Erfahrung zurückzukehren, welche in allen phyſikaliſchen Unterſuchungen die einzige ſichre Führerin bleibt.

Dieſe lehrt nun über die Fortpflanzung des Drucks durch flüßige Materien folgendes. Es ſey abcd. Taf V. Fig. 95., ein mit Waſſer gefüllter Cylinder, in welchen der genau paſſende Kolben e durch den Druck der Hand bey P hineingetrieben wird. Sind nun bey g, h, i, k, l Oefnungen, ſo wird das Waſſer überall durch dieſelben ausweichen und herausſpritzen, bey h ſeitwärts, bey i, k und bey l, wo die Oefnung durch den Deckel ſelbſt geht, aufwärts, obgleich der Druck bey P blos niederwärts gerichtet iſt. Man ſieht hieraus, daß jedes Waſſertheilchen, wenn das Waſſer gedrückt wird, ein Beſtreben (conatum cedendi) **nach allen möglichen Richtungen** erhalte, weil jedes Theilchen, ſobald ihm Freyheit dazu verſtattet wird, wirklich ausweicht, es ſey an welchem Orte und nach welcher Richtung man immer wolle.

Auf dieſem Unterſchiede zwiſchen feſten und flüßigen Körpern, da jene den Druck, der auf ſie geſchieht, nur nach einer einzigen Richtung fortpflanzen, dieſe aber ihn nach allen möglichen Richtungen verbreiten, beruhet die große Abweichung der hydroſtatiſchen Sätze von den Regeln der Statik feſter Körper, welche manchen Unerfahrnen in Verwunderung ſetzt, und einen der erſten guten Schriftſteller über die Hydroſtatik bewog, die Sätze vom Drucke flüßiger Körper unter dem Namen der **hydroſtatiſchen Paradoxen** (*Rob. Boyle* Paradoxa hydroſtatica, in ej. Opp. var. Genev. 1680. 4.) vorzutragen. Ich habe die obige Vergleichung flüßiger Materien mit Anhäufungen harter Kugeln blos in der Abſicht angeſtellet, weil ſie über die eigentliche Urſache dieſer ſo auffallenden Verſchiedenheit doch in der That einigen Aufſchluß giebt, ob ſie gleich am Ende auf eine unfruchtbare Speculation hinausläuft, und immer wieder zur Erfahrung zurückzukehren nöthiget. Sie giebt aber eben dadurch ein Beyſpiel, wie wenig Beſtimmtes uns in phyſikaliſchen Unterſuchungen bloße Speculation ohne Erfahrung lehre, und zeigt zugleich die Urſache an, warum alle Verſuche, die Grundgeſetze der Hydroſtatik a priori aus der Statik feſter Körper herzuleiten, mißlungen ſind.

Da man ſich ſtatt eines auf das Waſſer im Gefäße drückenden Gewichts, wie F, Taf. V. Fig. 94., auch eine Menge darüber gegoßnes Waſſer denken kan, ſo erhellet, daß in einem mit Waſſer gefüllten Gefäße auch die obern Waſſertheile auf die untern drücken. Schon hiedurch gerathen die Waſſertheile, welche andere über ſich tragen, in einen gewaltſamen Zuſtand, wenn auch weiter kein Druck eines Gewichts oder einer äußern Kraft vorhanden iſt. Iſt nun das Waſſer im Gefäß in Ruhe, ſo daß ſich kein Theil bewegt, ſo müſſen die Drückungen, die jedes Waſſertheilchen nach allen möglichen Richtungen leidet, nach jeden zwo entgegengeſetzten Richtungen gleich ſeyn. Fände dies für irgend ein Theilchen nicht ſtatt, ſo würde es nach derjenigen Richtung, nach welcher der Druck ſtärker, als nach der entgegengeſetzten wäre, bewegt werden, alſo das Waſſer nicht in Ruhe ſeyn. Das Theilchen M, Taf. VI. Fig. 96., wird von dem darüberſtehenden und umherliegenden Waſſer nach allen möglichen Richtungen, mithin auch nach den beyden entgegengeſetzten Richtungen MN und Mn gedrückt. Iſt das Waſſer in Ruhe, ſo müſſen beyde Drückungen gleich ſeyn, weil ſonſt das Theilchen M entweder nach N oder nach n würde bewegt werden. So fließt aus allem vorigen zuſammengenommen der Satz: **Ein mit einer ſtillſtehenden flüßigen Materie umringtes Theilchen derſelben wird nach allen möglichen Richtungen, aber nach jeden zwo entgegengeſetzten gleich ſtark, gedrückt.**

Druck flüßiger Maſſen gegen die Gefäße.

Der Boden eines ſenkrechten prismatiſchen Gefäßes trägt ohne Zweifel das ganze Gewicht der über ihm im Gefäße ſtehenden Waſſerſäule. Jeder Punkt des Bodens nemlich trägt das Gewicht des ganzen über ihm ſtehenden Waſſerfadens. Es ſey die Grundfläche eines ſolchen Gefäßes 3 Quadratzoll, die Höhe 6 Zoll, ſo iſt der Cubikinhalt 18 Cubikzoll, und der Boden trägt das volle Gewicht von 18 Cubikzollen Waſſer, welches, den Cubikzoll zu $1\frac{1}{3}$ Loth gerechnet, einen Druck von 24 Loth giebt.

In einem unregelmäßig gebildeten Gefäße, wie FGC, Taf. VI. Fig. 97., das bis HI mit Waſſer gefüllt iſt, drückt das Waſſer auf den Boden FG ſo ſtark, als das Gewicht der über ihm ſenkrecht ſtehenden Waſſerſäule FGHL drücken würde. Denn man kan ſich FGC als den Schenkel einer wieder aufwärts gebognen Röhre CBA vorſtellen. Wäre der andere Schenkel dieſer Röhre, BA, bis DE, welches in der erweiterten Ebne HI ſtehet, auch mit Waſſer gefüllt, ſo würde nach dem Satze von communicirenden Röhren, ſ. Röhren, communicirende, alles in Ruhe ſeyn, und alſo die Ebne FG eben ſo ſtark aufwärts, als niederwärts, gedrückt werden. Man ſtelle ſich über FG eine ſenkrechte prismatiſche Röhre FGMN ſtatt FGC vor, und ſetze, ſie ſey gleichfalls bis an LH in der wagrechten Ebne HI mit Waſſer gefüllt, ſo drückt das Waſſer FLHG gleichfalls den Boden FG ſo ſtark niederwärts, als er von DEBGF aufwärts gedrückt wird. Demnach drückt das Waſſer HIGF eben ſo ſtark auf FG, als das Waſſer FLHG. Aber der Druck des letztern iſt dem Gewichte der ganzen Waſſerſäule FLHG gleich. Mithin iſt der Druck des Waſſers HIGF auf den Boden FG dem Gewichte der Waſſerſäule gleich, welche FG zur Grundfläche und die ſenkrechte Höhe des Waſſers über FG zur Höhe hat, wenn gleich in HIGF weit weniger Waſſer enthalten iſt, als dieſe Waſſerſäule enthalten würde.

Eben ſo ſtark drückt aber auch das Waſſer in DEBFG gegen FG aufwärts. Daher wird auch ein aufwärts gerichteter Druck gegen einen feſten Deckel durch das Gewicht einer ſenkrechten Waſſerſäule gemeſſen, welche die Fläche des Deckels zur Grundfläche, und die ſenkrechte Höhe der obern Waſſerfläche DE über der Ebne des Deckels, oder EK = LF, zur Höhe hat.

So kan eine kleine Menge Waſſer einen großen Druck ausüben. Es ſey Taf. VI. Fig. 98. die Grundfläche BG oder AE eines Gefäßes = 200 Quadratzoll, bey C ſtehe eine Röhre auf demſelben, deren kreisrunder Durchſchnitt nur 1 Quadratzoll betrage. Das Gefäß ſey voll Waſſer,

und die Röhre bis I ebenfalls mit Waſſer gefüllt. CI ſey 40 Zoll. So wird zwar das Waſſer in CI nur 40 Cubikzoll betragen, oder etwa 53⅓ Loth wiegen; es wird aber den Deckel des Gefäßes mit dem Gewichte der Waſſerſäule AEFH = 40 × 200 oder 8000 Cubikzoll Waſſer, d. i. mit einer Kraft von 10666 Loth, d. i. 3 Centnern, aufwärts drücken, und zu heben ſuchen. Hier üben 53 Loth Waſſer einen Druck von 3 Centnern aus, und können den Deckel AE heben, wenn er gleich mit einigen Centnern beſchwert iſt.

's Graveſande (Elem. phyſ. math. L. II. Cap. 2. Exp. 5. §. 729.) giebt unter dem Namen Follis hydroſtaticus ein ſolches Gefäß an, deſſen Seitenwände AB und EG von Leder ſind, damit der feſte Deckel AE gehoben werden könne, ohne daß das Waſſer auslaufe. Man kan nun auf AC und CE Gewichte ſetzen, ſo hebt ein wenig bey D eingegoßnes Waſſer den Deckel mit den weit ſchwerern Gewichten. Hierauf gründet ſich auch der anatomiſche Heber, ſ. Heber, anatomiſcher.

Iſt die gedrückte Fläche AE 200mal größer, als der Durchſchnitt der engen Röhre, ſo übt 1 Pfund Waſſer einen Druck von 200 Pfund aus. Dagegen müſte es auch 200 Lin. tief fallen, um den Deckel und die Gewichte 1 Lin. hoch zu erheben, daß alſo auch hier, wie in der Mechanik feſter Körper, ſ. Hebel, das am Raume verlohren wird, was man an der Kraft gewinnt.

Was den ſeitwärts gehenden Druck auf die Wände der Gefäße betrift, ſo iſt der auf AB Taf. VI. Fig. 98. gerichtete dem Gewichte der Waſſerſäule HNLK gleich, welche NL = AB zur Grundfläche, und HN, des mittlern Punkts der Fläche N Tiefe unter der obern Waſſerfläche, zur Höhe hat. Denn es wird der Punkt A von dem Waſſerfaden HA, N von HN, B von HB, ſeitwärts gedrückt, weil man, um dieſen Druck aufzuheben, in ein ſeitwärts angebrachtes communicirendes Rohr, eben ſo hoch Waſſer würde ſtellen müſſen. Man nehme nun HK = AB, ſetze ſenkrecht an H den Waſſerfaden HB, der auf B drückt, an O den auf N drückenden OM = HN, an K den auf A

drückenden KC = HA, ſo macht die Summe aller dieſer Fäden das Trapezium HKCB = HKLN = AB × HN, welches hier eine Waſſerſäule vorſtellt, die AB zur Grundfläche und HN zur Höhe hat.

Der Druck auf krumme Flächen abc, Taf. VI. Fig. 99. und 100., iſt dem Gewichte des in dabce enthaltenen Waſſers gleich, wenn de die obere Waſſerfläche iſt, auf welche die Linien da und ec ſenkrecht gezogen werden müſſen. Dies iſt aus der Betrachtung der auf allen Punkten ſtehenden Waſſerfäden klar. Eben ſo groß iſt auch der aufwärts gerichtete Druck auf krumme Flächen, wobey de in der erweiterten Ebne der obern Waſſerfläche liegt. Der horizontale Seitendruck auf eine krumme Fläche iſt gleich dem Seitendrucke auf dieſer Fläche Projection auf eine Verticalebne.

Verſuche, welche dieſe Lehre vom Drucke flüßiger Maſſen erläutern, und Werkzeuge zu denſelben, beſchreiben Wolf (Nützl. Verſ. Th. I. Cap. 3.) und s' Graveſande (Elem. phyſices math. L. II. Cap. 2.).

Karſten, Lehrbegrif der geſammten Mathematik, Th. III. Hydroſtatik, II. Abſchn. Vom Druck der flüßigen Maſſen gegen die Gefäße.

Druckwerk, **Druckpumpe**, **Appreſſionspumpe**, Antlia elevatoria vel compreſſoria, *Pompe foulante*. Eine Pumpe, in welcher das in den Stiefel hineingetretene Waſſer durch die Gewalt des Kolbens in andere, mit dem Stiefel ſeitwärts, oder auch oberwärts, verbundene Röhren getrieben wird.

Wenn das mit dem Stiefel ABCD, Taf. VI. Fig. 101., verbundene Rohr ABHG, in welchem das Waſſer ſteigen ſoll (das Auffatzrohr, die Steigröhre), oben über dem Stiefel ſteht, ſo muß der Kolben durchlöchert, und mit einem Ventile a verſehen ſeyn, welches das Waſſer zwar von unten herauf, aber nicht wieder von oben herab durchläſt. Wenn ſolchergeſtalt der Kolben hinabgeſtoßen wird, ſo ſchließt ſich das Ventil b im Boden des Stiefels, und das im Raume EFDC enthaltene Waſſer

wird durch den Druck genöthiget, das Ventil a zu öfnen, und über den Kolben heraufzutreten. Wird nun dieſer wieder heraufgezogen, ſo ſchließt der Druck des über ihn heraufgetretenen Waſſers das Ventil a wieder zu, und er hebt beym Aufſteigen dieſes Waſſer in das Aufſatzrohr ABHG hinauf. Dieſe Einrichtung heißt in den Bergwerken, wo ſie zugleich mit einem Saugwerke verbunden wird, um das Waſſer durch b in den Stiefel zu ziehen, ein **hoher Satz**, welcher alſo ein vereinbartes Saug- und Druckwerk (Antlia elevatoria ſimul et aſpiratoria) iſt. Steht alſo der Stiefel ſelbſt unter dem Waſſer, daß alſo der Druck des Waſſers ſelbſt ohne Beyhülfe der Luft das Waſſer durch b in den Stiefel treibt, ſo iſt es die **gemeine Waſſerpumpe** (Antlia elevatoria), wo der Kolben nicht ſaugt, ſondern nur hebt, ſ. **Pumpe**.

Steht aber die Steigröhre ſeitwärts am Stiefel, wie FDHG, Taf. VI. Fig. 102., ſo wird an dem Stiefel ABCD, der wegen der großen Gewalt, die er auszuſtehen hat, gewöhnlich von Metall iſt, ſeitwärts bey FD zugleich eine kurze Röhre mit demſelben aus einem Stück gegoſſen, an dieſe eine andere aufwärts gekrümmte, die Gurgel, angeſchraubt, und mit der Gurgel werden ſodann die folgenden Stücke der Steigröhre ebenfalls mit Schrauben verbunden. Hiebey iſt der Kolben EF maſſiv, und ohne Oefnung. Das Ventil a aber läſt das Waſſer zwar von unten herauf in die Steigröhre GH, aber nicht wieder zurück. Beym Herabſtoßen des Kolbens von AB bis EF ſchließt ſich das Ventil b im Boden, und das Waſſer im Raume ABCDa wird durch den Druck genöthiget, ſich das Ventil a zu öfnen, und in die Steigröhre hinaufzutreten. Dieſe Einrichtung (Antlia compreſſoria) kan ebenfalls entweder mit einem Saugwerke verbunden ſeyn, um das Waſſer aus der Tiefe herauf durch b in den Stiefel zu ziehen, oder es kan der Stiefel ſelbſt unter Waſſer ſtehen, ſo daß bey aufgezognem Kolben das Waſſer nach blos hydroſtatichen Geſetzen durch b in die Höhe tritt. Jenes iſt ein vereinbartes Saug- und Druckwerk; dieſes die eigentlich ſogenannte **Druckpumpe**, ſ. **Pumpe**.

Da hiebey der Kolben nur im Herabſteigen das Waſſer in der Steigröhre höher hinaufpreſſet, im Heraufſteigen aber einen Stillſtand veranlaſſet, ſo pflegt man insgemein die Kolben zweyer Druckwerke ſo mit einander zu verbinden, daß der eine ſteigt, indem der andere ſinkt, alſo der eine in der Zeit Waſſer ſchöpft, in welcher der andere es hinaufdrückt. Es können beyde Stiefel mit einer und ebenderſelben gemeinſchaftlichen Steigröhre zuſammenhängen, wobey nur jeder ſeine eigne Gurgel und Ventil haben muß. Beyde Gurgeln bilden eine ſogenannte Gabel, durch die ſie ſich in eine gemeinſchaftliche Steigröhre vereinigen. Dieſe Einrichtung nennt man ein **doppeltes Druckwerk**. Sie iſt ſchon den Alten bekannt geweſen, und **Vitruv** (De architect. X. 12.) ſchreibt ihre Erfindung dem **Cteſibius** zu, der etwa 150 Jahr v. C. G. zu Alexandrien lebte, daher ſie auch den Namen machina Cteſibiana führt.

Ausführliche Beſchreibungen und Abbildungen von mancherley Druckwerken findet man beym **Belidor** (Architect. hydraul. III. Buch. 3. Cap. §. 870. u. f.) und **Leupold** (Theatrum machin. hydraul. To. I Cap. 12. S. 108. u. f. To. II. Cap. 10. S. 110. u. f.) Die Berechnungen derſelben lehren außer **Belidor**, verſchiedene ſchätzbare Abhandlungen **Eulers** (Mém. de Berlin, 1752.), und ſehr vollſtändig Herr **Karſten** an dem zu Ende dieſes Artikels angeführten Orte.

Die gröſte und berühmteſte Maſchine, welche man je aus Druckwerken zuſammengeſetzt hat, iſt die zu **Marly**, welche **Belidor**, **Leupold** und **Weidler** (Tr. de machinis hydraulicis, toto terrarum orbe maximis, Marlienſi et Lodinenſi, Viteb. 1733. 4.) beſchreiben. Ludwig XIV. ließ ſie erbauen, um die Springbrunnen der Gärten zu Verſailles, Marly und Trianon mit Waſſer aus der Seine zu verſorgen. Es haben an derſelben 1800 Leute 7 Jahre lang gearbeitet, 1700000 Pf. Kupfer, eben ſo viel Bley, 20mal ſo viel Eiſen und 100mal ſo viel Holz darein verbauet, ſo daß die Koſten auf mehr als 8 Millionen Livres geſtiegen ſind. Der Baumeiſter war ein gewiſſer **Ranne-**

quin aus Lüttich, der dem Miniſter Colbert von einem Lütticher von Adel, dem de Ville, war vorgeſchlagen worden, und einigermaßen unter deſſen Aufſicht arbeitete, daher einige den de Ville mit Unrecht als den Erfinder genannt haben. Dieſe Maſchine wird durch 14 unterſchlächtige Waſſerräder getrieben, und hebt das Waſſer der Seine in einen Behälter, der 502 Fuß höher, und 3684 Fuß vom Fluſſe entfernt liegt. Die Strecke längſt dieſer Anhöhe iſt in drey Abſätze abgetheilt, wo am Ende des erſten und zweyten Abſatzes das gehobne Waſſer in Behälter ausgegoſſen, und vermittelſt neuer Druckwerke, welche von eben denſelben Rädern durch Feldgeſtänge getrieben werden, aufs neue gehoben wird. Unten am Fluſſe ſind 64 Druckwerke, welche von vier dazu beſtimmten Rädern getrieben werden, und das Waſſer in die Behälter am Ende des erſten Abſatzes ausgießen. Die übrigen 10 Räder treiben 20 Feldgeſtänge, von denen 7 bis in den kleinſten untern Behälter gehen, und daſelbſt durch 49 Druckwerke das Waſſer in den kleinſten obern Behälter am Ende des zweyten Abſatzes preſſen. Die übrigen 13 Feldgeſtänge gehen durch den größern untern Behälter bis an den größern obern fort, treiben unten 40 Druckwerke, die das Waſſer in den größern obern Behälter bringen, und oben noch 82, die es vollends auf den Boden des Waſſerthurms erheben. Man wird ſich hieraus eine Vorſtellung von der Größe und Weitläuftigkeit dieſer Maſchine machen können, die übrigens nach den von Daniel Bernoulli (Hydrodynamica, Sect. IX. §. 27.) und Karſten darüber angeſtellten Berechnungen bey weitem nicht die vollkommenſte Einrichtung gehabt hat, und von der jetzt nur noch der geringſte Theil gangbar iſt.

Man kan bey den Druckwerken auch die Abſicht haben, das Waſſer nicht nur zum Steigen zu bringen, ſondern daſſelbe auch durch die obere Mündung des Aufſatzrohrs mit einer großen Geſchwindigkeit hervordringen zu laſſen, damit es noch in freyer Luft auf eine große Höhe oder Weite fortgehen möge. Dies iſt die Abſicht bey allen Spritzen, insbeſondere bey den Feuerſpritzen (*pompes*

d'incendie). Man braucht daher zu denſelben Druckwerke, woran ſtatt der Aufſatzröhre ein bewegliches und etwas engres Gußrohr angebracht iſt. Iſt ein einfaches Druckwerk dazu ſo eingerichtet, daß es eine einzige Perſon regieren kan, ſo heißt es eine **Handſpritze**. Große Feuerſpritzen ſind gemeiniglich doppelte Druckwerke, deren Gurgeln oder Kropfröhren ſich in ein einziges Gußrohr vereinigen. Bey dieſen ſpritzt zwar der andere Kolben, indem der erſte aufgezogen wird, es entſteht aber doch allemal eine Pauſe in dem Zeitpunkte, da die Kolben zu wechſeln anfangen. Daher heißen ſie **Stoßſpritzen**. Um dieſe Pauſe zu vermeiden, verſieht man die Feuerſpritze mit dem **Windkeſſel**, einem kupfernen luftdichten Gefäße, in welches die Gurgeln beyder Stiefel gehen, und mit deſſen unterm Theile das Gußrohr verbunden iſt. Das in dieſes Gefäß getriebne Waſſer preßt die Luft in dem obern Theile deſſelben zuſammen, und dieſe drückt dann vermöge ihrer Elaſticität das Waſſer zum Gußrohre hinaus. Weil dieſer Druck nicht gleich ganz aufhört, wenn auch ein paar Augenblicke lang kein neues Waſſer in den Windkeſſel kömmt, ſo wird dadurch die Pauſe vermieden, die ſonſt beym Wechſel der Kolben entſteht. Iſt das Gußrohr ganz von Metall, und nur mit Gelenken zur Richtung verſehen, ſo heißt die Maſchine eine **Giebelſpritze**; beſteht es aber aus einem ledernen, leinenen oder ſegeltuchnen Schlauche, der nur am Ende ein kleines metallnes Rohr hat, ſo bekömmt ſie den Namen einer **Schlauch- oder Schlangenſpritze**. Dieſe Schläuche gewähren den ſchätzbaren Vortheil, daß man ſie, wenn die Spritze vor dem Hauſe ſteht, die Treppen hinauf, in die Zimmer, durch Fenſter hinein oder heraus u. ſ. f. führen, und ſo bey entſtandner Feuersbrunſt das Waſſer an Orte leiten kan, die für eine Giebelſpritze unzugänglich ſeyn würden.

Von den Feuerſpritzen handlen **Karſten** (am unten angeführten Orte, ingl. Ueber die vortheilhafteſte Anordnung der Feuerſprützen, Greifsw. 1773. 8.), **Klügel** (Von der beſten Anordnung der Feuerſprützen zum Gebrauche des platten Landes, Berlin 1774. 8.) und **Heſſe**

(Praktiſche Abhandl. zur Verbeſſerung der Feuerſprützen, Gotha 1778. 8.).

Karſten Lehrbegrif der geſammten Mathematik, 5ter Th. Hydraulik, 23—32 Abſchnitt.

Dünn, Locker, Rarum, *Rare.* Ein Wort, das einen relativen Begrif ausdrückt, weil man nicht ſagen kan, ein Körper an ſich ſey dünn oder locker, ſondern nur, er ſey dünner, lockerer, als ein anderer. Derjenige von zween gegen einander gehaltenen Körpern heißt der dünnere (rarius), der in einerley Raume (z. B. im Raume eines Cubikzolls) weniger Materie enthält, als der andere. So ſagt man, Luft ſey dünner als Waſſer, weil ein Cubikzoll Luft weniger wiegt, alſo weniger Materie enthält, als ein Cubikzoll Waſſer. Dem dünneren wird das dichtere entgegengeſetzt, ſ. **Dicht.** Das gleichbedeutende Wort locker wird nur von feſten Körpern gebraucht. Man ſagt, der Schwamm ſey lockerer, als der Stein, hingegen die Luft ſey dünner, als das Waſſer.

Oft heißt aber auch das dünn oder locker, was dünner oder lockerer als andere ähnliche Körper iſt. So heißt die Luft ein dünnes Fluidum, der Schwamm ein lockerer Körper. In dem Raume, den ein ſolcher Körper einnimmt, iſt wenig Materie, und viel leerer oder mit fremder Materie angefüllter Zwiſchenraum.

In einer ganz andern Bedeutung wird das Beywort dünn (tenuis, ſubtilis, *mince*) genommen, wenn es einem Körper von geringer Dicke beygelegt wird, z. B. dünnes Blech, dünnes Papier. Hier zeigt es Kleinheit des Raumes ſelbſt an, oder vielmehr Kleinheit derjenigen Abmeſſung des Raumes, welche man dem Sprachgebrauche gemäß die Dicke nennt.

Dünſte, Vapores, *Vapeurs.* Dieſen Namen führen die durch Ausdünſtung der Körper in den Luftkreis aufgeſtiegnen Waſſertheile, welche bisweilen völlig aufgelöſet als unſichtbare Dünſte in der Luft enthalten ſind, oft aber auch nicht völlig aufgelöſet, oder aus derſelben

wiederum niedergeſchlagen werden, ſichtbare Dünſte, d. i. Nebel oder Wolken bilden, und endlich in Geſtalt des Regens, Schnees, Hagels u. ſ. w. wieder auf die Erde zurückfallen.

Ich habe bereits bey dem Worte: **Ausdünſtung**, von der großen Verſchiedenheit der Meinungen über die Urſache der Ausdünſtung und des Aufſteigens der Dünſte im Luftkreiſe geredet, dabey aber auch angeführt, daß jetzt die meiſten Naturforſcher die Ausdünſtung mit le Roi für eine wahre Auflöſung des Waſſers in der Luft halten. Herr de Sauſſüre ſetzt noch hinzu, es löſe die Luft das Waſſer nicht unmittelbar, ſondern erſt mit Hülfe des Feuers auf. Das Waſſer nemlich werde zuerſt vom Feuer aufgelöſet und in **elaſtiſchen Dampf** verwandlet, dieſen Dampf löſe dann erſt die Luft auf, und bilde dadurch eine Miſchung, der er den Namen des **aufgelöſten elaſtiſchen Dampfes** giebt, ſ. Dämpfe, und welche nichts anders iſt, als eine Gattung deſſen, was die Phyſiker ſonſt **unſichtbare Dünſte** oder **feuchte Luft** nennen.

Es ſey dem nun, wie ihm wolle, ſo hat wenigſtens dieſe Auflöſung des Waſſers in der Luft mit andern Auflöſungen das gemein, daß ſie beſſer von ſtatten gehet, wenn ihr das Feuer zu Hülfe kömmt; und es iſt ganz unläugbar, daß die Verdampfung der Ausdünſtung (d. i. des Waſſers Auflöſung im Feuer der in der Luft) ſehr günſtig ſey. So ſind die unſichtbaren Dünſte, welche oft bey dem heiterſten Himmel die Luft anfüllen, vielleicht zum Theil aufgelöſte Dämpfe und zum Theil unmittelbare Waſſerauflöſungen, nach unzählbaren Verhältniſſen vermiſcht. So lange dieſe Auflöſungen vollkommen ſind, ſtören ſie die Durchſichtigkeit der Luft, wie alle vollkommne Auflöſungen, nicht im geringſten. Es iſt auch nicht ſchwer, hieraus das **Aufſteigen** der Dünſte zu erklären. Die ganze waſſerauflöſende Luftmaſſe nemlich, die überdies noch oft durch die Winde durch einander geſchüttelt wird, verbindet ſich durch die Wirkungen der chymiſchen Anziehung oder Verwandtſchaft mit Dämpfen oder Waſſertheilchen bald mehr bald weniger auf eine große Höhe hinauf, ſo wie ſich

die über Silber gegoßne Salpeterſäure bis an ihre Oberfläche hinauf mit den Theilen des Silbers verbindet.

Daß die Luft durch die Vermiſchung mit Dünſten ſpecifiſch leichter werde, hat de Luc (Recherches ſur les modif. de l' atmoſph. To. II. §. 675. u. f.) durch einige Gründe zu erweiſen geſucht, und zugleich geläugnet, daß man die Dünſte für eine Auflöſung des Waſſers in der Luft anzunehmen habe. Er ſieht dieſelben vielmehr als eine Verbindung des Waſſers mit dem Feuer an, welche blos ihrer ſpecifiſchen Leichtigkeit halber in die Luft aufſteige. Das Feuer, ſagt er, mag ſich, auf welche Art es immer will, mit dem Waſſer verbinden, es mag die Waſſertheilchen wie Bläschen aufſchwellen, oder ſich an ſie anhängen, ſie trennen, und ihnen ſeine Bewegung mittheilen, oder es mag die Elaſticität des Waſſers, d. i. die zurückſtoßende Kraft der Theilchen vermehren, ſo wird aus dieſem allen leicht begreiflich, wie Miſchungen von Waſſer und Feuer leichter, als Luft, ſeyn können. Sein ganzes hierüber entworfenes Syſtem beruht nun auf folgenden vier Sätzen.

1. Das Feuer hat mehr Verwandtſchaft mit dem Waſſer, als mit der Luft. Dies zeigen viele Erſcheinungen. Das Waſſer löſcht die Flamme darum aus, weil es ſich mit dem Feuer verbindet, und mit demſelben in Dämpfen davongeht. Es ſchützt auch die Körper vor dem Feuer, weil es daſſelbe eher an ſich nimmt, als es in die brennbaren Körper wirken läßt. Die Luft hingegen vermehrt des Feuers Wirkung auf brennbare Materien, weil ſie wenig Verwandtſchaft mit dem Feuer hat, und es alſo auf dieſe Materien zuſammentreibt und in ihnen eingeſchloſſen hält. Im luftleeren Raume zerſtreut ſich das Feuer bald, weil die Luft es nicht mehr zuſammenhält. Daher nimmt auch die Wärme ab, je höher man in die Atmoſphäre hinaufſteigt, d. i. je dünner und reiner die Luft wird. Die untere dichtere Luft widerſteht der Zerſtreuung des Feuers mehr, als die obere, und die in derſelben befindlichen häufigen Dünſte behalten das Feuer, des ſie hervorgebracht hat, eine längere Zeit in ſich. Ver-

muthlich iſt auch darum der Südwind wärmer, als der Nordwind, weil die Luft aus Süden mehr Dünſte mit ſich führt, und daher einer ſtärkern Erwärmung fähig iſt. Eben ſo verbindet ſich die dem Feuer ſo ähnliche elektriſche Materie ſehr leicht mit dem Waſſer, da ſie hingegen von der Luft zuſammengehalten, und ſich zu zerſtreuen verhindert wird. Hieraus folgt denn, daß die in der Luft ſchwebenden Dünſte ihr Feuer eine Zeitlang behalten müſſen, ob ſie gleich daſſelbe zuletzt auch verlieren, d. i. erkalten müſſen.

2. **Es iſt in den Körpern jederzeit Feuer genug vorhanden, um Ausdünſtung, ſelbſt im ſtrengſten Winter, hervorzubringen.** Der geringſte Grad der Wärme, oder des im Waſſer enthaltenen Feuers, kan Waſſertheilchen abreißen, und mit ſich fortführen. Nun kennen wir aber die abſoluten Größen der Wärme gar nicht. Obgleich der Unterſchied zwiſchen den Temperaturen des Sommers und Winters unſern Sinnen ſehr fühlbar iſt, ſo iſt er doch vielleicht nur ſehr gering in Vergleichung mit dem Abſtande derſelben von der abſoluten Kälte, oder von der gänzlichen Abweſenheit der Wärme. Hieraus läſt ſich erklären, warum der Unterſchied der Ausdünſtung im Sommer und Winter nicht ſo beträchtlich iſt, wenn gleich die Ausdünſtung vom Feuer oder der Wärwe herrührt. Vielleicht ſind gewiſſe Ausdünſtungen im Winter ſogar ſtärker, als im Sommer, z. B. bey ſolchen Waſſern, die die Temperatur der äußern Luft nicht annehmen, alſo auch im Winter warm bleiben, aus denen die Dünſte in der kalten und ſchweren Luft leichter aufſteigen, als in der wärmern und leichtern.

3. **Die Dünſte ſelbſt zeigen es, daß das Feuer ihr Vehiculum ſey.** Sie ſchlagen ſich aus der Luft an den Oberflächen kalter Körper nieder, d. h. ſie verdichten ſich wieder, wenn das Feuer, das ſie ausdehnte, in die kalten Körper übergeht. Man kühlt durch die Ausdünſtung Körper ab. Die Matroſen kühlen ihr Getränk in Flaſchen, die ſie an das Tauwerk der Schiffe hängen und ſtark befeuchten. Wenn nun Ausdünſtung Kälte erzeugt, ſo muß

wohl Feuer verwendet werden, um ſie hervorzubringen. De Lüc bemerkte 1756 auf dem Saleve bey Genf eine aus der Tiefe aufſteigende Wolke, und fand, daß das Thermometer ſtieg, da ihn die Wolke umringte, ob ſie ihm gleich die Sonne entzog. Als die Wolke vorüber war, und die Sonne wieder hervorkam, fiel das Thermometer wieder. Ueberhaupt wärmen die Nebel bey kalter Luft; ein offenbarer Beweis, daß aufſteigende Dünſte mehr Feuer enthalten, als die Luft, die ſie umgiebt.

4. Die Erfahrung lehrt, daß die Dünſte leichter, als die Luft, ſind. Wer auf dem Gipfel eines Berges ſteht, ſieht früh gegen Sonnenaufgang aus den Seen, Flüſſen und Sümpfen häufig Nebel oder ſichtbare Dünſte aufſteigen. Dieſes Aufſteigen iſt ein offenbarer Beweis ihrer ſpecifiſchen Leichtigkeit. Aber Herr de Lüc ſcheint hier zu irren, wenn er dieſes Phänomen als einen Beweis anſieht, daß die Luft das Waſſer nicht als ein Menſtruum auflöſe, weil ſonſt die Dünſte nicht gerade zu der Zeit aufſteigen würden, wenn die Luft am kältſten iſt, und die geringſte auflöſende Kraft hat, auch weil er geſehen habe, daß dieſe Nebel beym Aufſteigen nicht das mindeſte von ihrem Volumen verlieren. Dies alles iſt zwar für den Fall, den er hier betrachtet, aber nicht im Allgemeinen, wahr. Wenn die Dünſte in ſichtbarer Geſtalt aufſteigen, ſind ſie freylich nicht in der Luft aufgelöſet; denn eben dadurch werden ſie ſichtbar. In dieſem Zuſtande ſind ſie nichts anders, als wahre Dämpfe, wahre Auflöſungen des Waſſers im Feuer, welche die kalte und ſchon mit Feuchtigkeit geſättigte Luft nicht aufzulöſen vermag. Dieß beweiſt aber nicht, daß die Luft überhaupt kein Auflöſungsmittel des Waſſers ſey. Man laſſe die Luft trockner und wärmer werden, und ſie wird allerdings dieſe bisher ſichtbaren Dünſte auflöſen und unſichtbar machen. Herr de Lüc ſagt ſelbſt (§. 703.): „Wenn die „Luft warm iſt, ſteigen ſehr ſelten ſichtbare Dünſte „auf — weil die unſichtbaren deſto häufiger aufſteigen, und die ſichtbaren ſelbſt bald unſichtbar werden." Was iſt dieſe Verſchwindung der ſichtbaren

Dünſte, die er eine neue Verdünſtung der Dünſte nennt, anders, als eine Auflöſung in der nun wärmer gewordenen Luft? „Wenn ſich die Luft blos „durch die Wirkung der Sonne erwärmt, ſo zer„ſtreuen ſich die Nebel, und ſie bleibt hell. Wenn es aber „durch einen Süd- oder Südweſtwind geſchieht, ſo er„heben ſie ſich und bilden Wolken. Dieſes Steigen iſt ein „Zeichen des Regens, und das Barometer fällt dabey.“ Die von der Sonne erwärmte Luft nemlich löſet nun die Nebel auf, und ihr Hellbleiben iſt eben das Zeichen einer vollkommnen Auflöſung. Der Südwind hingegen führt feuchte, d. i. ſchon mit Waſſer geſättigte Luft herbey, welche ihrer Wärme ungeachtet doch wenig oder gar keine Dämpfe mehr auflöſen kan.

Den Unterſchied zwiſchen ſichtbaren und unſichtbaren Dünſten ſucht Herr de Lüc (§. 707.) blos darinn, daß jene aus gröbern, dieſe aus feinern Waſſertheilchen beſtehen ſollen, welche das ausgehende Feuer losgeriſſen habe. „Wenn die Wärme der ausdünſtenden flüßigen Materie, „ſagt er, weit größer iſt, als die Wärme der Luft, ſo wer„den ſichtbare Dünſte entſtehen, weil das mit mehr „Heftigkeit durchſtrömende Feuer gröbere Theilchen mit „ſich nimmt: die Größe dieſer Theilchen und das Feuer, „wovon ſie durchdrungen ſind, werden ihr Aufſteigen be„fördern, ſie werden alſo ſchnell in die Luft ſteigen, ohne „ſich mit ihr zu vermiſchen. Aber wenn der Unterſchied der „Wärme zwiſchen Luft und Waſſer geringer iſt, oder gar „das Waſſer kälter, als die Luft, wird, ſo wirkt das Feuer „blos durch ſanfte Bewegung, und ſtrömt nicht mehr, wie „ſonſt, aus: alsdann löſet es nur kleine Theilchen von „dem Waſſer ab, die ſich inniger mit der Luft vermiſchen, „und ihre Durchſichtigkeit nicht mehr verhindern.“ Richtiger möchte wohl dieſer Unterſchied darinn geſetzt werden, daß die unſichtbaren Dünſte wirkliche Auflöſungen der Dämpfe oder des Waſſers ſelbſt in der Luft, die ſichtbaren hingegen entweder noch nicht aufgelöſete oder nach der Auflöſung wiederum niedergeſchlagne Dämpfe in blaſenförmiger Geſtalt ſind.

Inzwiſchen zieht de Lüc aus dem bisher angeführten den ſehr richtigen Satz, daß die ſichtbaren Dünſte, und um deſto mehr auch die unſichtbaren, ſpecifiſch leichter als reine Luft ſind, und durch ihre Vermiſchung mit der Luft dieſelbe ſpecifiſch leichter machen. Dem Einwurfe, daß ſie, wenn ſie ihrer ſpecifiſchen Leichtigkeit halber aufſtiegen, bis in die Region ſteigen müſten, wo die Luft mit ihnen eine gleiche ſpecifiſche Schwere hat, und daß ſie alſo gar nichts zur Aenderung der ſpecifiſchen Schwere der Luft beytragen könnten, begegnet er dadurch, daß ſie durch das Reiben oder den Widerſtand der Luft aufgehalten und verhindert würden, die gehörige Region zu erreichen, daher ſie in einer niedrigern mit ſchwererer Luft angefüllten Region ſtehen blieben, und hier durch ihren Zutritt zwar Vermehrung der Maſſe und des Gewichts, aber in einem weit größern Maaße Vermehrung des Volumens, und alſo ſpecifiſche Leichtigkeit verurſachten. Die wahre Beantwortung aber iſt dieſe: Für die unſichtbaren Dünſte fällt jener Einwurf von ſelbſt weg, ſobald man ſie als eine wahre Auflöſung in der Luft anſieht. Sie ſteigen nicht blos in die mit ihnen gleich ſchwere Luftſchicht, ſondern verbreiten ſich durch die ganze Luftmaſſe. Die ſichtbaren hingegen, d. i. die Wolken, ſammlen ſich wirklich in den Regionen, deren Luft mit ihnen gleiche Schwere hat.

Er führt auch an, daß ſchon Newton (Traité d'optique, traduit par Coſte, Amſterd. 1720. T. I. L. III. qu. 31.) behauptet habe, die wirkliche Luft ſey ſchwerer, als die Dünſte, und eine feuchte Atmoſphäre leichter, als eine gleich große trockne. Er erklärt endlich dieſe ſpecifiſche Leichtigkeit der mit Dünſten angefüllten Luft für die Urſache, warum das Barometer fällt, wenn ſich die Luft mit Dünſten vermiſcht. Ich habe aber die Einwendungen, welche ſich mit Grund gegen dieſe Erklärung machen laſſen, bereits bey dem Worte: Barometerveränderungen, angeführt.

Herrn de Sauſſüre haben zahlreiche Verſuche (Eſſais ſur l'hygrometrie, Eſſ. II. §. 108. ſq.) gelehrt, daß feuchte Luft allerdings etwas leichter, als reine und trockne ſey. Er fand nemlich, daß die Elaſticität der in eine Kugel

eingeſchloßnen Luft, beym Uebergange von dem höchſten Grade der Feuchtigkeit bis zum höchſten Grade der Trockenheit, um $\frac{1}{54}$ abnahm. Wenn z. B. das Reaumüriſche Thermometer auf 16 Grad ſtand, und das Barometer ſich auf 27 Zoll hielt, ſo änderte ſich der Stand des Manometers bey dieſem Uebergange um 6 Linien, welche den 54ſten Theil von 27 Zollen ausmachen. Da nun ein Cubikſchuh Luft unter der angegebnen Temperatur 751 Gran wiegt, und bis zur völligen Sättigung etwa 10 Gran Waſſer auflöſen kan, ſo wird er nach erfolgter Sättigung 761 Gran wiegen, und ſich in einen Raum von $\frac{55}{54}$ Cubikſchuh ausdehnen. Hieraus ergiebt ſich, daß $\frac{1}{54}$ Cubikſchuh Raum mit Luft angefüllt $\frac{751}{54} = 14$ Gran, mit Dünſten hingegen 10 Gr. wiege, und daß ſich die ſpecifiſchen Schweren der reinen und der mit Dünſten geſättigten Luft, wie $751 + 14 : 751 + 10$, d. i. wie $765 : 761$ verhalten, dagegen die Schweren der Dünſte und der Luft ſelbſt unter der angegebnen Temperatur, wie $10 : 14$ ſind.

Herr de Sauſſüre glaubt ſich übrigens berechtiget, die Ausdünſtung mit le Roy für eine wahre chymiſche Auflöſung des Waſſers oder vielmehr der Dämpfe in der Luft zu halten, und giebt als Gründe dafür die vollkommne Durchſichtigkeit der mit Dünſten geſättigten Luft, die Verſchwindung der Dünſte durch zunehmende Wärme, ihre plötzliche Wiedererſcheinung bey der Kälte, und ihre innige Verbindung mit der Luft bey einem ſo verſchiednen Grade der Dichtigkeit, an. Er glaubt auch, daß die Auflöſung nie vollkommen von ſtatten gehe, wenn ihr nicht eine Bewegung der Luft zu Hülfe komme.

Jedes Auflöſungsmittel kan bey einem beſtimmten Grade der Wärme nur eine gewiſſe Menge des aufzulöſenden Körpers in ſich nehmen. Wenn es dieſe aufgelöſet hat, ſo ſagt man, es ſey geſättiget, ſ. Sättigung, Niederſchlag. Wenn nun die Vermiſchung der Dünſte mit der Luft eine wahre Auflöſung iſt, ſo wird man auch bey ihr einen gewiſſen Grad der Sättigung erwarten. Nach Hrn. de Sauſſüre Theorie ſind nun die Phänomene einer mit Dünſten geſättigten Luft, in welche noch mehr Dünſte auf-

ſteigen, oder welcher durch Kälte u. dgl. ein Theil ihrer auflöſenden Kraft entzogen wird, folgende.

Berührt eine Luftmaſſe, in der ſich mehr Dünſte aufhalten, als ſie auflöſen kan, eine kältere, oder nicht viel wärmere Oberfläche, ſo ſchlagen ſich die überflüßigen Dünſte an dieſer Oberfläche nieder, nehmen, wenn die Temperatur noch über dem Eispunkte iſt, die Geſtalt der Tropfen oder des Thaues an, oder kryſtalliſiren ſich bey gröſſerer Kälte, als Nadeln und Schuppen von regelmäßiger Geſtalt. Das Ausſchlagen der Wände bey einfallendem Thauwetter, das Schwitzen und Gefrieren der Fenſterſcheiben, der Reif ꝛc. ſind hievon augenſcheinliche Beyſpiele.

Iſt aber in einer ſolchen Luftmaſſe keine dergleichen berührende Oberfläche vorhanden, ſo vereinigen ſich die überflüßigen Dünſte entweder zu kleinen Tropfen, oder zu kleinen gefrornen Nadeln, oder endlich zu holen Bläschen. Die Tröpfchen und Nadeln, als die erſten Anlagen zu Regen und Schnee, ſind eigentlich nicht mehr Dünſte, ſondern ein wahrer Niederſchlag in Form des Waſſers; da ſie aber dehmohnerachtet ihrer Feinheit halber oft noch lange Zeit in der Luft ſchweben, ſo giebt ihnen de Sauſſüre den Namen der **concreten Dünſte** (*vapeur concrete*). Sie brechen die Lichtſtralen, und ihre Entſtehung iſt daher die Urſache der Höfe, und anderer Meteore, welche Regen ankündigen.

Die in Geſtalt der **Bläschen** in der Luft ſchwebenden Dünſte (*vapeur veſiculaire*) ſind von den Phyſikern, wie ich bey dem Worte: **Ausdünſtung**, angeführt habe, anfänglich, zur Erklärung des Aufſteigens der Dünſte in der Luft, blos angenommen worden, ohne daß man Erfahrungen über ihr wirkliches Daſeyn anzuführen gewußt hätte. Einige füllten ſie mit erwärmter und durchs Feuer ausgedehnter Luft, andere mit dem Feuer ſelbſt, noch andere mit elektriſcher Materie an. Desaguliers (Courſe of exper. philoſ. To. II. Lect. 10.) läugnet ihr Daſeyn, weil man keine Erfahrungen darüber anführen könne; auch **Muſſchenbroek** (Introd. ad phil. nat. To. II. §. 1471.) iſt der Vorſtellung von Dunſtbläschen abgeneigt,

und will lieber das Aufſteigen aus der durch die Elektricität entſtehenden Repulſion der Waſſertheile herleiten.

Man weiß aber jetzt mit Zuverläßigkeit, daß die Dunſtbläschen vorhanden ſind, und de Sauſſüre giebt, um ſie zu beobachten, folgende Anweiſung. Man ſetze heißen Caffee, oder heißes mit Dinte vermiſchtes Waſſer an einem Orte, wo die Luft ruhig iſt, an die Sonne oder an das helle Taglicht, ſo wird man einen Dampf aufſteigen ſehen, der eine gewiſſe Höhe erreicht, und dann verſchwindet. Man unterſcheidet leicht in dieſem Dampfe kleine weiße und von einander getrennte Kügelchen. Ein Vergrößerungsglas von 1 — 1½ Zoll Brennweite zeigt, daß dieſe Kügelchen von verſchiedenen Größen ſind, daß die kleinern ſehr ſchnell aufſteigen, die gröbern hingegen auf den Liquor zurückfallen, und ohne ſich mit ihm zu vermiſchen, ſo leicht auf ſeiner Oberfläche ſchweben, daß man ſie durch den Hauch von einer Seite zur andern treiben kan. Oft werden ſie durch die geringſte Bewegung der Luft losgeriſſen, und zum Aufſteigen gebracht; bisweilen vermiſchen ſich auch einige wieder mit dem Liquor. Sie ſind übrigens holen Kugeln, wie Seifenblaſen, ſo ähnlich, und unterſcheiden ſich ſo ſehr von ſoliden Kugeln, daß man ſie nur ſehen darf, um ſie ſogleich für Bläschen zu erkennen.

Herr de Sauſſüre bediente ſich zu bequemerer Beobachtung dieſer Dampfbläschen einer Art von Aeolipile mit zwo Kugeln, Taf. VI. Fig. 103., oder einer bey A verſchloſſenen, bey D ofnen Glasröhre mit den Kugeln B und C. Er brachte einige Tropfen Waſſer in die Kugel B, und erhitzte dieſelbe über einer Weingeiſtlampe. So lange die Kugel C kalt blieb, verdichteten ſich die aus B übergehenden Dämpfe in C in Geſtalt einer Wolke von lauter Bläschen. Ward aber endlich C ſelbſt erhitzt, ſo ſahe man weder Wolke noch Bläschen mehr, C blieb vollkommen durchſichtig, und die Dämpfe ſtrömten durch D, wie aus einer einfachen Aeolipile. Nahm man die Röhre vom Feuer hinweg, und erkältete C mit friſchem Waſſer, ſo erſchien der blaſenförmige Dunſt ſogleich wieder; man konnte nun die Kugel auf die Unterlage eines Vergröße-

rungsglaſes bringen, und die ſchnelle Bewegung der Bläschen bequem beobachten.

Kratzenſtein (Abhdl. vom Aufſteigen der Dünſte und Dämpfe, Halle 1744. 8.), welcher alle Arten der Dünſte auf ſolche Bläschen zu bringen ſucht, hat den Durchmeſſer derſelben mit der Dicke eines Haares verglichen, und auf $\frac{1}{1600}$ eines Zolles geſetzt; de Sauſſ're ſtimmt damit ziemlich überein, indem er den Durchmeſſer der kleinſten auf $\frac{1}{4500}$, der gröſten auf $\frac{1}{2780}$ des pariſer Zolles ſetzt. Was die Dicke des ſie umkleidenden Waſſerhäutchens betrift, ſo nimmt Kratzenſtein an, die blaſenförmigen Dünſte zeigten im verfinſterten Zimmer, durch einen Sonnenſtral erleuchtet, ſo lang einerley Farbe, als ihr Waſſerhäutchen einerley Dicke behielte; ſie änderten aber die Farbe, ſobald die Luft oder das in ihnen enthaltne elaſtiſche Fluidum die Dicke dieſes Häutchens änderte. Da nun Newton durch Verſuche mit Seifenblaſen die Dicke des Waſſerhäutchens beſtimmt hat, welche zu Hervorbringung jeder Reihe von Farben nöthig iſt, ſo wendet Hr. K. dieſe Beſtimmungen auf die Farben des durch ſolche Dunſtbläschen gehenden Sonnenlichts an, und ſchließt daraus, die Dicke des Waſſerhäutchens der Dunſtbläschen im natürlichen Zuſtande der Luft ſey $\frac{1}{50000}$ eines engl. Zolls.

Wenn man in der beym Worte: **Blaſen**, angegebnen Formel

$$x = \frac{n - \nu}{6\,(m - \nu)} \cdot D$$

$x = \frac{1}{50000}$; $m = 800$; $n = 1$; $\nu = 0$ ſetzt, ſo erhält man $D = \frac{4800}{50000}$, d. i. beynahe $\frac{1}{10}$ engl. Zoll. Dies heißt, wenn auch der in den Dunſtbläschen eingeſchloßne Raum völlig leer wäre (weil die ſpecifiſche Schwere der in ihm enthaltnen Materie, oder ν, $= 0$ geſetzt wird), ſo müſte bey $\frac{1}{50000}$ Zoll Dicke des Waſſerhäutchens, ein Bläschen, das gerade in der Luft ſchweben ſollte, wenigſtens $\frac{1}{10}$ Zoll Durchmeſſer haben. Hätte es einen kleinern Durchmeſſer, ſo würde es zu Boden ſinken, oder ſpecifiſch ſchwerer, als die Luft, ſeyn. Da nun Herr Kr. den Durchmeſſer der

Bläschen $\frac{1}{1000}$ par. Zoll, und alſo weit kleiner, als $\frac{1}{10}$ engl. Zoll gefunden hat, ſo ſchließt er hieraus, daß die Bläschen weit ſchwerer, als die Luft, ſeyen, und daß alſo die Urſache ihres Aufſteigens nicht in ihrer Leichtigkeit liegen könne. Er nimmt daher, um ihr Aufſteigen zu erklären, ſeine Zuflucht theils zur Zähigkeit und dem Aufſteigen der Luft ſelbſt, theils zu einer Art von Auflöſung, welche mit der chymiſchen nichts gemein hat, und von der man ſich keinen recht deutlichen Begrif machen kan.

Herr de Sauſſüre hingegen entkräftet dieſe Schlüſſe zugleich mit der Vorausſetzung, auf welche ſie ſich gründen, durch einen Verſuch, der ihm zeigte, daß in dem durch Dunſtbläschen gehenden Sonnenlichte alle Farben des Prisma zugleich ſichtbar ſind. Da ſich nun die Newtoniſchen Beſtimmungen gänzlich auf gewiſſe Reihen oder Succeſſionen von Farben beziehen, ſo folgt hieraus, daß die Kratzenſteiniſche Beſtimmung der Dicke des Waſſerhäutchens nicht die mindeſte Zuverläßigkeit habe, weil es in einem Falle, in welchem alle Farben auf einmal erſcheinen, unmöglich iſt, eine zuverläßige Vergleichung mit den Newtoniſchen Succeſſionen der Farben anzuſtellen. Es erhellet vielmehr hieraus, daß jedes Bläschen eine andere Dicke ſeines Waſſerhäutchens habe, und vielleicht ſind dieſe Bläschen ſelbſt, wie die Seifenblaſen, am obern Theile dünner, als am untern, und zeigen die Farben nur am untern dickern Theile, daher ſich aus ihren Farben gar nicht auf die Dicke des Waſſerhäutchens ſchließen läſt.

Die **Nebel** und **Wolken** ſind nichts anders, als Anhäufungen ſolcher Dunſtbläschen. Wenn man ſich in einem Nebel in der Pläne, oder in einer Wolke auf einem Berge befindet, und durch ein Vergrößerungsglas von $1\frac{1}{2}$ — 2 Zoll Brennweite gegen eine dunkle glatte Fläche, z. B. gegen den Boden einer Doſe von Schildpatt ſieht, ſo bemerkt man die in den Brennraum des Glaſes kommenden Dunſtbläschen ſehr deutlich. Sie gehen bisweilen ſchnell, bisweilen langſam vorüber, rollen über die Fläche hinweg, ſpringen von ihr ab, oder ſetzen ſich in Geſtalt von Halbkugeln an ihr feſt. Mit unter ſetzen ſich auch kleine

Waſſertröpfchen an, die aber durch ihren langſamern Gang und ihre Durchſichtigkeit leicht von den Bläschen zu unterſcheiden ſind. Bey genugſamen Lichte und vortheilhafter Stellung unterſcheidet auch das bloße Auge in einer Wolke Theilchen, welche in der Luft ſchweben, und hohl ſeyn müſſen, weil volle Kugeln von dieſer Größe ſich unmöglich durch die bloße Zähigkeit der Luft ſchwebend erhalten könnten. Dieſe Bläschen bilden auch keinen Regenbogen und ändern die Geſtalten der Sterne nicht, von denen noch Stralen durchfallen können, weil die Lichtſtralen beym Durchgange durch unendlich kleine Menisken nicht merklich gebrochen werden.

Wenn aber die Wolken aus Dunſtbläschen beſtehen, ſo iſt es unläugbar, daß dieſe Bläschen leichter, als die äußere Luft, ſeyn müſſen. Man ſieht die Wolken oft einen Theil der Berge bedecken, wobey ihr unterer Rand ſo ſcharf abgeſchnitten und mit dem Horizonte parallel iſt, daß man die geringſte Veränderung ihrer Höhe bemerken kan. Dies iſt ein offenbares Merkmal, daß die ſchwerſten Bläschen ſich in einer Region aufhalten, in welcher die Luft mit ihnen gleich ſchwer iſt. Dieſe Wolken treten höher, wenn das Barometer ſteigt, und ſinken, wenn es fällt, vollkommen ſo, wie Körper, die ihrer ſpecifiſchen Leichtigkeit halber in der Luft ſchweben.

Es ſcheinen aber auch dieſe Bläschen mit einer Atmoſphäre umgeben zu ſeyn. Die Freyheit, mit welcher ſie über die Oberfläche der Liquoren hinrollen, ohne ſich mit denſelben zu vermiſchen, zeigt, daß ſie die Liquoren nicht berühren, und läſt vermuthen, daß ein leichter unſichtbarer Ueberzug dieſe Berührung verhindere. Woraus aber dieſe Atmoſphäre beſtehe, läſt ſich nicht beſtimmen. Vielleicht aus Feuer, welches aber in dieſer Verbindung viele ſeiner Eigenſchaften ablegen müſte; wenigſtens iſt die gewöhnliche Kälte nicht im Stande, die Bläschen zu zerſtören, da man auch im ſtrengſten Winter Wolken ſieht. Daß der Regen im Winter erwärmt, ſcheint anzuzeigen, daß die Verwandlung der Bläschen in Waſſertropfen eine gewiſſe Quantität Feuer frey mache, welche vielleicht vorher zu Er-

haltung der Bläschen verwendet wurde. Vielleicht iſt es auch die elektriſche Materie (wofür noch im folgenden einige Gründe angeführt werden), der Aether, oder irgend eine ſehr feine und leichte Luftgattung. Eben das, was ihre Atmoſphäre ausmacht, mag wohl auch ihre innere Hölung ausfüllen.

Auch über die Urſache der Entſtehung und Bildung dieſer Bläschen läſt ſich nichts beſtimmtes ſagen; ſie hängt allzugenau mit der innern uns unbekannten Structur der Körper zuſammen. Inzwiſchen zeigen die meiſten Liquoren eine ſehr ausgezeichnete Anlage, eine ſolche blaſenförmige Geſtalt anzunehmen, die eine Folge ihrer Zähigkeit oder der wechſelſeitigen Anziehung ihrer Theile und der Geſtalt dieſer Theile zu ſeyn ſcheint. Es iſt dies eine Art von Kryſtalliſation, die das Waſſer noch im flüßigen Zuſtande anzunehmen fähig iſt. Das Waſſer ſcheint unter der Form ſolcher Bläschen ſogar dem Gefrieren mehr, als ſonſt, zu widerſtehen, weil man ſelbſt bey der ſtrengſten Kälte Wolken und Nebel ſieht.

Wenn ſich dieſe Bläschen zu Waſſer verdichten, ſo vereinigen ſich ihre aus dieſer Verdichtung entſtehenden Tröpfchen zu Thau- oder Regentropfen. Oft aber ſchweben auch dieſe Tröpfchen ihrer großen Feinheit wegen, oder wenn die Bewegung der Luft ihre Vereinigung hindert, noch eine Zeitlang in der Atmoſphäre, und machen die oben gedachten **concreten Dünſte** aus, welche das Licht ſtark brechen, und die Höfe und Nebenſonnen veranlaſſen. Iſt die Atmoſphäre bey der Verdichtung der Bläschen ſehr kalt, ſo kryſtalliſirt ſich das Waſſer ihres Häutchens, wenn die Verdichtung im freyen geſchieht, zu Schnee, und wenn es ſich an feſte Körper anlegen kan, zu Reif. Herr **Lichtenberg** (Erxleb. Anfgr. der Naturl. Anm. zu §. 434.) macht einige Hofnung, hieraus eine Erklärung der ſechseckigten Schneefiguren herleiten zu können, ſ. **Schnee**.

Das Waſſer, welches die mit Feuchtigkeit überſättigte Luft, als einen Niederſchlag, fallen läſt, nimmt oftmals ſogleich die Form **concreter Dünſte** oder des eigentlichen Waſſers an, ohne erſt durch den Zuſtand eines Nebels oder

blaſenförmiger Dünſte überzugehen. Ein Beyſpiel hievon iſt der Abendthau im Sommer, der gewöhnlich den Boden ohne Nebel befeuchtet, und alſo ein unmittelbarer Niederſchlag der vorher in der wärmern Luft aufgelöſeten Feuchtigkeit iſt. Es ſcheint alſo ſo wohl zur Bildung, als zur Zerſtörung der Dunſtbläschen ein eigner uns unbekannter Umſtand erforderlich zu ſeyn. Sie entſtehen nie eher, als bis die Luft völlig mit aufgelöſten Dünſten geſättiget iſt; das Hygrometer zeigt im Nebel jederzeit den äußerſten Grad der Feuchtigkeit an; auch verſchwinden die Nebel wieder und löſen ſich in der Luft auf, ſobald die auflöſende Kraft derſelben verſtärkt wird. Aber die Urſache, warum dieſe aus der geſättigten Luft niedergeſchlagne Feuchtigkeit bald in concreter Form, bald in Bläschen erſcheint, kan wohl in nichts anderm liegen, als in der Abweſenheit oder Gegenwart derjenigen Materie, welche die Hölung der Bläschen ausfüllt, und ihre Atmoſphären bildet. Es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß dieſes die elektriſche Materie ſey. Man weiß jetzt, daß mit jedem Dunſt Elektricität erzeugt werde, und daß vermuthlich alle Wolken elektriſch ſind. Ueberdies würde ſich hieraus erklären laſſen, warum ſo oft nach einem heftigen Donnerſchlage gleichſam ganze Wolken auf einmal in Platzregen herabſtürzen. Dann hätte nemlich die plötzliche Entladung von Elektricität den Bläschen der Wolke das entzogen, was zu ihrer Erhaltung weſentlich nothwendig war, und man ſähe nun leicht, warum ſich ihre Waſſerhäutchen in Tropfen vereinigen und durch ihr Gewicht herabfallen müſten.

Herr de Sauſſüre fragt noch, ob es nicht Fälle gebe, in welchen die Dunſtbläschen ſogleich aus den Körpern aufſtiegen, und nicht erſt aus einem Niederſchlage oder aus elaſtiſchen Dämpfen gebildet würden. Er iſt nicht geneigt, eine unmittelbare Entſtehung der Bläschen, ſogleich beym Ausgange aus dem ausdünſtenden Körper, anzunehmen. Er führt an, daß bey der Aeolipile, ſelbſt bey der mit zwoen Kugeln, Taf. VI. Fig. 103., die Dämpfe des Waſſers allezeit in elaſtiſcher Form ausgehen, und

nicht eher ſichtbar werden, oder die Geſtalt der Bläschen annehmen, als bis ſie in eine ſchon mit Feuchtigkeit geſättigte Luft kommen. Er bezieht ſich überdies auf das Aufſteigen der Nebel und Wolken aus den Wäldern und Wieſen bey Regenwetter. Dabey ſind die Körper, aus welchen die Wolken aufſteigen, mit keinem Nebel bedeckt, ſondern die zunächſtanliegende Luftſchicht iſt vollkommen durchſichtig; nur erſt in einiger Höhe über dem Boden ſieht man plötzlich die Nebel entſtehen, und oft in zwo Secunden zu einem Durchmeſſer von 2 — 3 Toiſen erwachſen. Es iſt ihm alſo wahrſcheinlich, daß in der mit elaſtiſchem Dampfe geſättigten Luft nicht eher Bläschen entſtehen, als bis ein gewiſſer zu ihrer Erzeugung weſentlich nothwendiger Umſtand hinzukömmt.

Ich habe bey dieſer kurzen Vorſtellung der Sauſſüriſchen Theorie der Dünſte, welche die Naturbegebenheiten am ungezwungenſten zu erklären ſcheint, blos von Waſſer oder Feuchtigkeit, welche aus den Erdkörpern in den Luftkreis aufſteigt und nach verſchiedenen Veränderungen wieder herabfällt, geſprochen. Es iſt aber bekannt, daß außer dem Waſſer noch viele andere Theile der Körper in die Luft übergehen. Daher haben die Naturforſcher ſchon längſt Dünſte (vapores) und Ausflüſſe (effluvia, exhalationes, halitus) von einander unterſchieden. Muſſchenbroek (Introd. ad. phil. nat. To. II. §. 2285.) zählt die verſchiedenen Gattungen dieſer theils ſalzigen, theils ölichten, geiſtigen, luftähnlichen ꝛc. Ausflüſſe der Körper ſehr ſorgfältig auf. Die Wärme, welche bey der Ausdünſtung ſo ſtark mitwirkt, verwandlet unſtreitig auch außer den Waſſer noch andere Theile der Körper entweder in Dämpfe, die durch die Kälte wieder verdichtet werden, oder in Gasarten, welche ſich mit der Maſſe der atmoſphäriſchen Luft verbinden; und das in den Körpern enthaltne Waſſer ſelbſt löſet ſalzige und andere Beſtandtheile in denſelben auf, und nimmt ſie, wenn es ausdünſtet, mit ſich in den Luftkreis auf. Durch die Auflöſung in der Luft und den darauf erfolgten Niederſchlag ſcheint das Waſſer von dieſen fremden Beymiſchungen gröſtentheils wieder be-

freyet zu werden, daher man das Regenwaſſer insgemein ſo rein, als das deſtillirte, findet. Im gemeinen Leben pflegt man wohl dies alles ohne Unterſchied Dunſt oder Dampf zu nennen; ich glaube aber in den hieher gehörigen Artikeln: Dünſte, Dämpfe, Gas, Ausflüſſe, die Bedeutungen dieſer Worte in der Sprache der Phyſik hinlänglich feſtgeſetzt zu haben.

de Lüc Unterſuchungen über die Atmoſphäre, II. Band. §. 675 u. f.

de Sauſſure Eſſais ſur l'hygrometrie, Eſſai III. ch. 1 et 2.

Lichtenberg Anm. zu Erxlebens Anfangsr. der Naturlehre, bey §. 434.

Dunkle Körper, Corpora obſcura, non lucentia, opaca, *Corps opaques.* Körper, welche nicht für ſich allein, ſondern nur durch Hülfe leuchtender Körper geſehen werden. So iſt der Mond ein dunkler Körper, weil er nur durch das Licht der Sonne ſichtbar wird. Man nennt die dunklen Körper, wenn ſie von den leuchtenden ſichtbar werden, erleuchtet. Sie werfen nemlich das Licht, das ſie von den leuchtenden Körpern empfangen, ins Auge zurück. Erleuchtete dunkle Körper ſind vermögend, andere dunkle Körper wieder zu erleuchten. So erleuchtet die Erde den Mond, indem ſie auf ihn das Licht der Sonne zurückwirft.

Unter dem Worte: opacus, *opaque*, verſteht man noch öfter den undurchſichtigen, als den dunklen Körper; am gewöhnlichſten bedeutet es einen Körper, der beydes zugleich iſt.

Dunſtbläschen, ſ. Dünſte.

Dunſtkreis, Dunſtkugel, ſ. Luftkreis.

Durchdringlichkeit, Permeabilitas, *Permeabilité.* Die Fähigkeit eines Körpers, durch ſeine Zwiſchenräume andere Materien durchzulaſſen. Die Materie an ſich betrachtet, iſt undurchdringlich (*impermeable*), ſ. Undurchdringlichkeit. In ſofern aber die zu jedem Körper gehörige Materie Zwiſchenräume zwiſchen ihren Theilen

leer läſt, in welchen ſich andere Materien aufhalten können, wird der Körper für ſolche Materien durchdringlich (*permeable*). So nehmen die Phyſiker vom Aether an, daß er alle Körper durchdringe, und ſich in ihren Zwiſchenräumen aufhalte; auch das Feuer oder die Wärme durchdringt alle bekannte Körper. Für die elektriſche, magnetiſche Materie ꝛc. ſind nur gewiſſe Körper durchdringlich. In den Syſtemen, welche das Licht für einen materiellen Ausfluß erklären, werden die durchſichtigen Körper als durchdringlich für die Lichtmaterie angeſehen. Feſte Körper ſind insgemein durchdringlich für diejenigen flüßigen Materien, welche ſich an ſie anhängen, oder von ihnen ſtark angezogen werden. So laſſen ſich Salze, Löſchpapier, Schwämme ꝛc. vom Waſſer durchdringen.

Durchgang durch den Mittagskreis, ſ. **Culmination.**

Durchgänge durch die Sonnenſcheibe, Tranſitus per diſcum ſolis, *Paſſages ſur le diſque du ſoleil.* Diejenigen Himmelsbegebenheiten, da Venus oder Merkur bey ihrem Umlaufe um die Sonne, in gerader Linie zwiſchen die Sonnenſcheibe und das Auge des Zuſchauers auf der Erde kommen, und ſich alſo als dunkle, jetzt gerade nur auf der Rückſeite erleuchtete, Kugeln, wie runde ſchwarze Flecken durch die Sonnenſcheibe zu bewegen ſcheinen.

Venus und Merkur, welche innerhalb der Erdbahn um die Sonne laufen, kommen bey jedem Umlaufe einmal zwiſchen der Erde und der Sonne zu ſtehen; dieſe Stellung heißt ihre untere Conjunction mit der Sonne. Gemeiniglich haben ſie bey dieſer Conjunction eine Breite, welche größer als der Halbmeſſer der Sonne iſt, und ſtehen daher von dem in der Ekliptik liegenden Mittelpunkte der Sonne zu weit ab, als daß ſie innerhalb der Sonnenſcheibe erſcheinen könnten. Nur ſelten fällt eine ſolche untere Conjunction ganz nahe an ihrem Knoten, wo ihre Breite gering iſt, und dann erſcheinen ſie in der Sonne als ein runder Flecken, deſſen Durchmeſſer für die Venus ohngefähr $\frac{1}{30}$, für

den Merkur $\frac{1}{150}$ des ſcheinbaren Sonnendurchmeſſers beträgt, und der von Morgen gegen Abend durch die Sonnenſcheibe fortrückt.

Vor Erfindung der Fernröhre iſt nie eine ſolche Begebenheit wahrgenommen worden, und Averrhoes, der den Merkur in der Sonne geſehen zu haben glaubte, hat wahrſcheinlich einen großen Sonnenflecken für dieſen Planeten genommen, welcher viel zu klein iſt, als daß ihn das bloße Auge in der Sonne entdecken könnte. Kepler kündigte zuerſt im Jahre 1627, nach ſeinen auf des Tycho Beobachtungen gegründeten rudolphiniſchen Tafeln, einen Durchgang des Merkurs auf 1631, und zween Durchgänge der Venus auf 1631 und 1761 an (Admonitio ad aſtronomos de miris rarisque anni 1631 phaenomenis, Lipſ. 1629. 4.). Da aber dieſe Vorherſagungen auf feinen Beſtimmungen kleiner Größen beruhen, ſo traf der auf den 6 Dec. 1631 angeſetzte Durchgang der Venus nicht ein; der Durchgang des Merkurs aber ward von Gaſſendi (Epiſt. ad Schickardum de Mercurio in Sole viſo, et Venere inviſa, in Gaſſendi Opp. To. IV. p. 499.) am 7 Nov. 1631 wirklich beobachtet. Kepler ſelbſt war wenige Tage vorher (d. 4 Nov. 1631) geſtorben. Seit dieſer Zeit ſind noch 15 andere Durchgänge des Merkurs, der letzte noch erſt am 4 May 1786, beobachtet worden, und wir haben deren noch zween in dieſem Jahrhunderte, 1789 d. 5 Nov. und 1799 d. 7 May, zu erwarten.

Im Jahre 1639 am 24 Nov. a. St. beobachtete Jeremias Horrockes in England zum erſtenmale die Venus vor der Sonnenſcheibe, welche an dieſem Tage nach den Kepleriſchen Tafeln nur auswärts am Rande der Sonne vorbeyſtreichen ſollte. Noch außer ihm beobachtete ſein Freund William Crabtre, den er im voraus aufmerkſam gemacht hatte, eben dieſe Begebenheit zu Mancheſter (ſ. *Jer. Horroccii* Venus in Sole viſa, in Hevelii Selenographia, Gedan. 1647. fol.). Nach dieſem iſt Venus noch zweymal, 1761 d. 6 Jun. und 1769 d. 3 Jun. in der Sonne geſehen worden, und ihre nächſten Durchgänge

ſind nun erſt in den Jahren 1874 und 1882 zu erwarten.

Die Durchgänge der Venus durch die Sonnenſcheibe ſind für die Sternkunde von der äußerſten Wichtigkeit, weil ſie unter allen aſtronomiſchen Beobachtungen die ſicherſten Mittel an die Hand geben, die Sonnenparallaxe zu beſtimmen, und dadurch die wahren Entfernungen der Weltkörper von einander und die Größe des ganzen Sonnenſyſtems zu berechnen. Es vereinigen ſich bey dieſen Beobachtungen einige Umſtände, die ihnen zu dieſer Abſicht überwiegende Vorzüge vor allen andern Mitteln zu Beſtimmung der Parallaxen beylegen. Die Berührung der Ränder der Venus und der Sonne, wobey ein kleiner dunkler Kreis auf einem hellen Grunde ſteht, läſt ſich mit einer Genauigkeit wahrnehmen, die in ihrer Art einzig iſt, und die Wirkung der Parallaxe auf die an verſchiedenen Orten der Erde beobachtete Dauer des Durchgangs iſt ſo groß, daß auch ein geringer Fehler in Abmeſſung dieſer Zeitdauer keinen ſehr beträchtlichen Einfluß aufs Ganze haben würde. Wenn die Beobachtungsorte ſchicklich gewählt werden, ſo kan die Dauer des Durchgangs für den einen Ort von der für den andern um $23\frac{1}{2}$ Min. verſchieden ſeyn, wobey ein Beobachtungsfehler von 3 Secunden Zeit immer nur $\frac{1}{470}$ des Ganzen betragen, mithin auch die daraus geſchloſſene Parallaxe nur etwa um $\frac{1}{470}$ ihrer ganzen Größe unrichtig angeben könnte. Halley (Phil. Trans. 1677.) hat auf dieſe Vortheile zuerſt aufmerkſam gemacht, und bedauret, daß es ihm nicht vergönnt ſey, eine ſolche Begebenheit zu erleben.

Man kan alſo leicht denken, mit welchem Verlangen die Aſtronomen die Jahre 1761 und 1769 erwarteten. Auch haben uns ihre Bemühungen und die wirkſamen Unterſtützungen der Regenten und Akademien, beſonders im Jahre 1769, Reſultate verſchaft, mit denen wir in Rückſicht auf die Entfernungen und Größen der Weltkörper ſehr zufrieden ſeyn können. Die londner königliche Societät ließ im Jahre 1769 in der Hudſonsbay und auf der Inſel Taiti in der Südſee, der franzöſiſche Hof durch den Abt

Chappe in Californien, der däniſche durch den P. Hell zu Wardhus in Lappland, und der ſchwediſche durch Planmann zu Cajaneburg in Finnland beobachten, und die Beſtimmungen aus dieſen fünf Beobachtungsorten vereigen ſich dahin, daß ſie die Größe der Sonnenparallaxe zwiſchen die engen Grenzen von 8,5 und 8,6 Secunden einſchränken (ſ. *de la Lande* Mém. ſur le paſſage de Venus, à Paris. 1772. 4.).

Außerdem dienen auch die Beobachtungen der Durchgänge zu genauerer Beſtimmung der Knoten des Merkurs und der Venus, mithin zu Prüfung und Berichtigung der aſtronomiſchen Tafeln.

Da die Knoten der Venus um den 14° ♊ und 14° ♐ fallen, an welchem Punkte die Sonne um den 4 Jun. und 5 Dec. kömmt, ſo können die Durchgänge der Venus nie anders, als um dieſe Tage, vorfallen. Eine ähnliche Bewandniß hat es mit den Durchgängen des Merkurs, die ſtets um den 6 May und 8 Nov. geſchehen, weil die Knoten ſeiner Bahn im 16° ♉ und 16° ♍ fallen. Die meiſtenmale fällt 8 Jahre nach einem Durchgange der Venus ein zweyter bey eben demſelben Knoten, dann aber der nächſte erſt nach 235 Jahren. Aehnliche Perioden giebt es auch für die Durchgänge des Merkurs, mit deren Beſtimmung ſich Halley (Phil. Trans. 1691.) beſchäftiget hat.

de la Lande aſtronomiſches Handbuch, Leipzig 1775. gr. 8. §. 726 u. f.

Durchſichtig, Pellucidum, Diaphanum, *Transparent*. So heißt ein Körper, wenn er das Licht durchläſt, oder wenn man andere Körper durch ihn ſehen kan. Eigentlich iſt ein jeder Körper in ganz dünnen Scheibchen in einigem Grade durchſichtig, und in dickern Stücken in etwas undurchſichtig.

Ein Körper, der alles Licht, das auf ihn fiele, durchließe, ein vollkommen durchſichtiger Körper, würde kein Licht zurückwerfen, und müſte daher unſichtbar ſeyn. Solche Körper aber giebt es nicht. Selbſt die Luft, einer der durchſichtigſten Körper, der daher wenig ſichtbar iſt,

ſchwächt das Licht in der Ferne, und wird in großen Maſſen dadurch einigermaßen ſichtbar. Körper, die nur einen Theil des auf ſie fallenden Lichts durchlaſſen, heißen **halbdurchſichtig** (ſemi-pellucida, *demi-transparents*).

Durchſichtigkeit, Pelluciditas, *Transparence, Diaphaneité*. Die Eigenſchaft der Körper, dem Lichte einen Durchgang zu verſtatten.

Die Phänomene der Durchſichtigkeit haben vieles, was auf den erſten Blick unerwartet ſcheint. So dichte und harte Körper, wie der Diamant und Kryſtall, verſtatten dem Lichte einen freyen Durchgang; da hingegen lockere poröſe Körper, wie Holz und Kork, daſſelbe aufhalten. Dies zeigt ſchon deutlich, daß die Durchſichtigkeit nicht von der Menge der Zwiſchenräume abhänge. Waſſer und Oel ſind beyde für ſich durchſichtig; aber vermiſcht und wohl durch einander geſchlagen, geben ſie ein undurchſichtiges Gemiſch. Auch der Schaum iſt undurchſichtig, und doch nichts als eine Miſchung von Waſſer und Luft, welche beyde an ſich durchſichtig ſind. Das Papier iſt undurchſichtig, ſo lange ſeine Poren mit Luft angefüllt ſind, es läſt aber das Licht durch, und verſtattet eine Schrift dadurch zu leſen, wenn man es mit Waſſer oder Oel tränket.

Es würde daher eine ſehr ungegründete Vorſtellung ſeyn, wenn man die Urſache der Durchſichtigkeit in der größern Menge der leeren Zwiſchenräume ſuchen wollte, da dichtere Körper, die weniger Zwiſchenräume haben, oft durchſichtiger ſind, als lockere, und Körper, wie z. B. das Papier, durchſichtiger werden, wenn man ihre Zwiſchenräume mit dichtern Materien anfüllt. Und im Grunde hat ein jeder Körper ſo viel Zwiſchenräume, daß etwas ſo feines, als das Licht iſt, gewiß einen Durchgang durch dieſelben müſte finden können.

Descartes (Dioptr. C. I. §. 7.) hat die Urſache der Durchſichtigkeit in der geradlinigten Anordnung und Lage der mit der Lichtmaterie erfüllten Zwiſchenräume zu finden geglaubt. Aber wie kan man ſich einen Körper

vorſtellen, in welchem die Zwiſchenräume an allen Orten und nach allen Richtungen in geraden Linien liegen, dergleichen doch ein jeder Glaswürfel ſeyn müſte, den man in allen ſeinen Punkten und nach allen möglichen Richtungen durchſichtig findet? Ein ſolcher Körper müſte in allen Punkten ſeines Raumes Zwiſchenräume haben, ſo daß gar kein Ort übrig bliebe, in welchen man ſeine undurchdringliche oder nach Descartes gröbere Materie ſtellen könnte. Und wie kan man ſich denken, daß dieſe geradlinigte Anordnung der Zwiſchenräume in flüßigen Materien, z. B. Luft und Waſſer, wenn ſie auch einmal vorhanden wäre, durch die Bewegung nicht geſtört werden ſollte, da doch der Wind die Durchſichtigkeit der Luft nicht im geringſten hindert?

Mit viel mehrerem Grunde ſucht **Newton** die Urſache der Durchſichtigkeit der Körper in der gleichförmigen Dichtigkeit ihrer Theile, nebſt der Größe ihrer Zwiſchenräume und der Dichtigkeit der Materie, welche ſich in denſelben aufhält. Nach der in ſeiner Optik (L. II. P. 3. prop. 1. ſq.) vorgetragenen Theorie kömmt die Undurchſichtigkeit der Körper davon her, daß die Lichtſtralen bey ihrem Durchgange durch die innern Theile derſelben auf unzählbare und mannigfaltige Art gebrochen und zurückgeworfen werden.

Er beweiſet anfänglich (prop. 1.), daß diejenigen Flächen, welche am ſtärkſten brechen, d. i. welche zwiſchen Mitteln von ſehr verſchiedener Dichte liegen, auch am ſtärkſten zurückwerfen, und daß an den Grenzen ſolcher Mittel, an welchen gar keine Brechung ſtatt findet, auch keine Zurückwerfung geſchehe. Wenn man zwey Objectivgläſer langer Fernröhre gelind zuſammendrücket, ſo bemerkt man in der Mitte, wo ſie ſich berühren, einen runden ſchwarzen Flecken, durch welchen man die Gegenſtände vermittelſt ſchief durchgehender Lichtſtralen ſehen kan, die man hingegen durch andere Stellen, wo das Licht durch den Zwiſchenraum zwiſchen beyden Gläſern gehen muß, nicht ſieht. Eben dies läſt ſich von der Fläche ſagen, mit der man ſich einen Glaskörper oder eine Maſſe Waſſer

durchſchnitten denken kan. Alſo giebt es in Körpern, welche durchaus von gleicher Dichte ſind, als Waſſer, Glas, Kryſtall ꝛc. keine merkliche Zurückwerfung, als nur an ihren äußern Flächen, wo ſie an andere Mittel von ſehr verſchiedener Dichte ſtoßen.

Faſt aller natürlichen Körper kleinſte Theile ſind einigermaßen durchſichtig (prop. 2), wie auch die Vergrößſerungsgläſer zeigen. Im finſtern Zimmer laſſen dünne Goldblättchen Licht durch. Daß aber die Körper undurchſichtig werden, rührt von der Menge der Reflexionen in ihren innern Theilen her.

Zwiſchen den Theilen undurchſichtiger und farbigter Körper (prop. 3.) ſind viele Räumchen entweder leer oder mit Mitteln von anderer Dichte erfüllt. So liegt in einem gefärbten Liquor zwiſchen den färbenden Theilchen Waſſer, zwiſchen den Waſſerbläschen, woraus Wolken und Nebel beſtehen, Luft. Daß nun dieſe Unterbrechung der Theile und ihre Abwechſelung mit andern von verſchiedener Dichte die vornehmſte Urſache der Undurchſichtigkeit ſey, erhellet daraus, daß man die Körper durchſichtig machen kan, wenn man die Räumchen mit einer Materie ausfüllt, die mit den Theilen der Körper ziemlich einerley Dichtigkeit hat, wie z. B. Papier oder Leinwand in Oel getränkt, das Weltauge in Waſſer geweicht, durchſichtig wird. Im Gegentheile werden durchſichtige Körper undurchſichtig, wenn man ihre Räumchen wieder ausleeret, oder die Continuität ihrer Theile unterbricht, wie naſſes Papier, wenn es wieder trocknet, geſtoßenes oder mit vielen Ritzen durchſchnittenes Glas, Waſſer mit Luft zu Schaum geſchlagen u. ſ. w.

Wenn die Körper undurchſichtig ſeyn ſollen (prop. 4.), ſo müſſen ihre Theile und Zwiſchenräume nicht unter einer gewiſſen Größe ſeyn. Denn ſelbſt die undurchſichtigſten Körper werden in ſehr kleinen Stückchen (wie die Metalle in den Säuren aufgelöſt) durchſichtig. Eine Seifenblaſe wirft oben, wo ſie am dünnſten wird, ſo wenig Licht zurück, daß man einen ſchwarzen Flecken daſelbſt zu ſehen glaubt. Sie iſt alſo daſelbſt vollkommen durchſichtig.

Daher ſind nach Newton Waſſer, Glas, Steine ꝛc. durchſichtig, weil ihre Materie durchaus von gleichförmiger Dichte iſt, ihre Theile aber ſowohl als die zwiſchen ihnen befindlichen Räumchen zu klein ſind, als daß ſie merkliche Zurückwerfungen des Lichts verurſachen könnten. Eben daraus erklärt ſich auch leicht, warum alle vollkommene Auflöſungen durchſichtig ſind, und warum die Dünſte die Durchſichtigkeit der Luft nicht ſtören, ſo lange ſie in derſelben völlig aufgelöſet ſind.

Inzwiſchen leidet doch das Licht, beym Durchgange durch durchſichtige Körper, eine beträchtliche Schwächung. Hierüber haben die beyden Erfinder der Photometrie, Bouguer und Lambert, ſehr viele Verſuche angeſtellt. Bouguer (Tr. d'optique ſur la gradation de la lumiere, Paris 1760. gr. 4. p. 225.) findet, daß das Licht durch 16 Stück gemeines Fenſterglas, die zuſammen 9½ Lin. dick waren, 247 mal geſchwächt ward. Durch 6 Stück Spiegelglas, zuſammen 11½ Lin. dick, ward es im Verhältniſſe von 100 zu 27 vermindert. Ein einziges Stück aber, drey Zoll dick, verminderte es kaum um die Hälfte. Das Seewaſſer ſchwächt in einer Länge von 10 Fuß das Licht nur in dem Verhältniſſe von 5 zu 3 oder zu 3½. Wenn Bouguer 76—80 Stücken Glas in einer Röhre hinter einander ſtellte, ſo ward alles Sonnenlicht von denſelben aufgefangen und verſchluckt. Er berechnet hieraus, daß das Seewaſſer bey einer Dicke von 679 Fuß alle ſeine Durchſichtigkeit verlieren, und die Luft, wenn ſie ſich mit der Dichtigkeit, die ſie bey uns hat, in eine Höhe von 518385 Toiſen erſtreckte, kein Licht der Sonne durchlaſſen, und uns in eine völlige Nacht begraben würde.

Aehnliche Verſuche hatte ſchon Muſſchenbroek angeſtellet. Er fand (Introd. ad phil. nat. To. II. §. 1971.), daß die rothen Stralen des Sonnenlichts durch rothe, orangefarbne und gelbe Gläſer leicht durchgiengen, die übrigen aber aufgehalten wurden, ſo daß, wenn man noch ein grünes und ein blaues Glas dahinter ſtellte, alles zuſammen ein undurchſichtiges Ganzes ausmachte. Durch fünf blaue Glasſcheiben ſchien die Sonne weiß, durch ſechs

nahm ſie eine Purpurfarbe an, die mit jeder neuen Scheibe dunkler ward, bis endlich funfzehn Scheiben, die zuſammen einen Zoll dick waren, nichts mehr von der Sonne zu ſehen erlaubten.

Lambert (Photometria, Aug. Vind. 1760. 8.) hat dieſen Gegenſtand mit der gröſten Genauigkeit behandlet. Er beſchäftiget ſich durch den ganzen zweyten Theil dieſes Werks damit, und findet durch eine ſehr ſinnreiche Verbindung der Theorie mit Verſuchen, wie ſich bey Glastafeln, welche gar kein Licht zerſtreuten oder verſchluckten, die Menge des an ihrer Vorder- und Hinterfläche zurückgeworfenen Lichts zu der Menge des durchgehenden verhalten müſſe. Dieſes Verhältniß wendet er dann mittelſt anderer Verſuche auf Beſtimmung des Verluſtes an, den ſenkrecht auffallendes Licht beym Durchgange durch Glastafeln leidet. Er findet hierüber folgende Reſultate.

Glastafeln		Zurückgeworf.		Gebrochnes		Verlohrnes Licht
1	—	0,0516	—	0,8111	—	0,1373
2	—	0,0856	—	0,6596	—	0,2548
3	—	0,1081	—	0,5368	—	0,3551
4	—	0,1228	—	0,4377	—	0,4495
8	—	0,1467	—	0,1945	—	0,6588
16	—	0,1524	—	0,0387	—	0,8089
32	—	0,1526	—	0,0016	—	0,8458

Im fünften Theile der Photometrie unterſucht Lambert die Zerſtreuung des Lichts beym Durchgange durch die Atmoſphäre. Bouguer hatte die Dichte des ſenkrecht auf die Atmoſphäre fallenden Lichts, wenn es die Erdfläche erreicht, 0,8123 gefunden. Lambert aber ſetzt ſie aus Beobachtungen, die er zu Chur im Graubündner Lande bey der Barometerhöhe von 26 par. Zoll gemacht hatte, nur 0,5889.

An den Oberflächen durchſichtiger Körper, und wahrſcheinlich auch während des Durchgangs, wird ein großer Theil des Lichts verſchluckt oder unwirkſam gemacht. Newton glaubte, die verlohren gehenden Lichtſtralen würden durch den Anſtoß gegen die materiellen dichten

Theilchen der Körper entkräftet. Bouguer aber bemerkte, daß beſonders beym Uebergange der Stralen aus Waſſer in Luft, bey kleinen Neigungswinkeln dieſer Verluſt ſehr ſtark ſey, bey größern geringer werde, und bey ſenkrecht auffallenden Stralen faſt gänzlich wegfalle. Er ſchließt hieraus, die Urſache könne nicht in dem Anſtoße an die dichten Theile liegen, deren das Licht bey einem ſchiefen Durchgange durch das Waſſer mehrere, als bey einem ſenkrechten, antreffen würde; er ſchreibt es alſo einer blos an der brechenden Oberfläche befindlichen Kraft zu, daher auch den Verſuchen gemäß die Dicke eines durchſichtigen Körpers das Licht nicht ſo ſehr ſchwäche, als die Menge der brechenden Oberflächen. Dennoch hat Canton, wie Prieſtley anführt, gefunden, daß der Phosphorus durch elektriſche Funken ſtärker leuchtend gemacht wird, wenn ihr Licht durch dünnes, als wenn es durch dickeres Glas darauf fällt, und Prieſtley ſelbſt fand ihn ſtärker leuchtend, wenn das Licht des Funkens durch ſieben dünne Gläſer, als wenn es durch ein einziges $\frac{1}{4}$ Zoll dickes gegangen war. Es läſt ſich alſo über die Urſache dieſer Entkräftung des Lichts noch nicht mit Gewißheit entſcheiden.

Newtoni Optice, L. II. Part. III. prop. 1—4.

Prieſtley Geſchichte der Optik, durch Klügel, S. 304 u. f.

Dynamik, Dynamica, *Dynamique*. Die Lehre von den Kräften, welche die Bewegung der Körper verurſachen. Sie macht einen Theil der **höhern Mechanik** aus, in welcher Lehren, die über die Grenzen der Elementarmathematik hinausgehen, auf die Betrachtungen der Kräfte und Bewegungen feſter Körper angewandt werden. In dieſer höhern Mechanik kan man Betrachtungen der Bewegung allein, wobey auf die Kräfte, durch welche ſie verurſacht werden, nicht geſehen wird, zur **Phoronomie** (doctrina de motu), ſolche aber, wobey die Kräfte ſelbſt mit in Erwägung gezogen werden, zur **Dynamik** (doctrina de viribus) rechnen. Dies iſt Dynamik in der eigentlichen Bedeutung des Worts.

Bisweilen wird aber auch die ganze höhere Mechanik unter dem Namen der Dynamik begriffen. d'Alembert's Traité de dynamique (Paris. 1743. 4.) betrift nicht ganz allein, was Kräfte, ſondern auch, was Bewegung angeht, iſt aber auch keine vollſtändige Ausführung des ganzen Gebäudes der höhern Mechanik, ſondern mehr eine ſcharfe Prüfung der Gründe, auf denen dieſes Gebäude beruht.

Eben ſo werden die Anwendungen der höhern Mathematik auf Kräfte und Bewegungen flüßiger Körper unter dem Namen der Hydrodynamik vorgetragen, und man könnte den Anwendungen eben dieſer Lehren auf Druck und Bewegung der Luft füglich den Namen der Aerodynamik beylegen, ſ. die Worte: Hydrodynamik und Pnevmatik.

Etwas von der Geſchichte und den vornehmſten Schriftſtellern dieſer Wiſſenſchaft wird in dem Artikel: Mechanik, vorkommen.

E.

Ebbe und Fluth, Aeſtus maris, Acceſſus et Receſſus, Fluxus et Refluxus maris, *Les Marées, Flux et Reflux de la mer.* Die regelmäßige Bewegung des Meeres, vermöge welcher das Waſſer deſſelben täglich zweymal am höchſten, und zweymal am niedrigſten ſteht.

In den großen und tiefen Meeren, beſonders um den heißen Erſtrich, ſteht das Meerwaſſer in ſolchen Gegenden, wo nicht Nebenumſtände die Sache verändern, am höchſten ohngefähr drey Stunden darauf, nachdem der Mond durch den Mittagskreis des Orts gegangen iſt. Dieſer höchſte Stand heißt die hohe oder volle See, hohe Fluth (*la haute mer*). Nachdem er einige Minuten gedauert hat, fängt das Waſſer an, weſtwärts wieder abzulaufen. Dieſes Ablaufen dauert ſechs Stunden, und heißt die Ebbe (refluxus, *reflux*). Nach Verlauf dieſer ſechs Stunden hat das Meerwaſſer den niedrigſten Stand, welcher die tiefe See (*la baſſe mer*) genannt wird, worauf nach einigen Minuten der Zufluß von Oſten her wieder anfängt,

und ein ſechs Stunden langes Steigen des Meeres die **Fluth** (fluxus, *flux*) veranlaſſet, wodurch nach zwölf Stunden, d. i. etwa drey Stunden nach dem Durchgange des Monds durch die untere Hälfte des Mittagskreiſes, die volle See wiederum eintritt. Dieſe Abwechſelung dauret unaufhörlich fort, doch ſo, daß am folgenden Tage die hohe Fluth um 49 Minuten ſpäter, als am vorhergehenden, eintritt, ſo wie auch der Mond jeden Tage um 49 Min. ſpäter durch den Mittagskreis geht.

Während der Fluth tritt das Meerwaſſer in die Mündungen der ins Meer auslaufenden Flüſſe zurück; während der Ebbe aber erhalten die Gewäſſer dieſer Flüſſe ihren freyen Ablauf wieder.

Bey der Ebbe und Fluth kommen an den Orten, wo die Bewegung des Waſſers nicht durch Inſeln, Vorgebirge, Meerengen oder andere Hinderniſſe aufgehalten wird, drey ſehr merkwürdige und regelmäßige Perioden vor, eine tägliche, eine monatliche und eine jährliche.

Die tägliche Periode beſteht in der ſchon angeführten zweymaligen Abwechſelung, nach welcher binnen 24 St. 49 Min. zweymal Ebbe und zweymal Fluth iſt. Ihre Dauer kömmt überein mit dem Zeitraume zwiſchen zween auf einander folgenden Durchgängen des Monds durch den Mittagskreis.

Die monatliche Periode zeigt ſich darinn, daß dieſe Bewegung der See jeden Monat zweymal am ſtärkſten und zweymal am ſchwächſten ſind. Die ſtärkſten Fluthen fallen in die Tage des Neumonds und Vollmonds, d. h. der Syzygien, oder richtiger, etwa 1½ Tag nach dem Neu- und Vollmonde; die ſchwächſten in die Zeiten der Quadraturen, oder vielmehr 1½ Tag nach dem erſten und letzten Mondsviertel. Wenn im Neu- oder Vollmonde der Mond zugleich in der Erdnähe iſt, ſo wird die Verſtärkung der Fluth ſehr beträchtlich.

Die jährliche Periode endlich beſteht darinn, daß um die Zeit der Nachtgleichen (21 März und 21 Sept.) die Fluthen in den Syzygien viel ſtärker, und in den Quadraturen viel ſchwächer, als ſonſt, werden; da ſie hingegen

um die Zeit der Sonnenwenden (21 Jun. und 21 Dec.) in den Syzygien ſchwächer, und in den Quadraturen ſtärker, als zu andern Zeiten, ſind.

In Abſicht auf die tägliche Periode bemerkt man, 1) daß die volle See an den öſtlichen Küſten eher, als an den weſtlichen, eintritt; 2) daß ſich in der heißen Zone das Meerwaſſer von Morgen gegen Abend zu bewegen ſcheint, und die Fluth für Orte, die unter einerley Mittagskreiſe liegen, zu gleichen Zeiten eintritt; 3) daß ſie in den gemäßigten Zonen in geringern Breiten eher, als in größern, erfolgt; 4) daß über 65° Breite hinaus Ebbe und Fluth kaum merklich iſt.

Bey der monatlichen Periode nimmt man wahr, 1) daß die Fluthen von den Quadraturen bis zu den Syzygien wachſen, von den Syzygien bis zu den Quadraturen aber abnehmen; 2) daß die hohe See in den Syzygien und Quadraturen ſelbſt 3 Stunden nach der Culmination des Monds, von den Syzygien bis zu den Quadraturen aber früher, und von dieſen bis zu jenen ſpäter, als 3 Stunden nach dieſer Culmination, eintritt; 3) daß die ſüdliche oder nördliche Breite des Monds keinen Einfluß auf die Zeit der Ebbe und Fluth hat.

In der jährlichen Periode endlich zeigt ſich, 1) daß die Fluthen bey der Winterſonnenwende ſtärker, als bey der im Sommer, ſind; 2) daß ſie deſto ſtärker ſind, je näher der Mond der Erde ſteht, und je geringer ſein Abſtand vom Aequator oder ſeine Breite iſt; daher die allerſtärkſten Fluthen eintreten, wenn die Nachtgleiche mit einer Syzygie und mit der Erdnähe des Monds zuſammenfällt; 3) daß in den Nordländern die Fluthen der Syzygien im Sommer des Abends ſtärker, als des Morgens, im Winter hingegen des Morgens ſtärker, als des Abends, ſind.

Man wird in dieſen kurz zuſammengefaßten Erſcheinungen der Ebbe und Fluth ihre auffallende Beziehung auf den Stand des Monds und der Sonne ſogleich gewahr werden, und ſo ſchon im voraus vermuthen, daß die Urſache derſelben nirgends anders, als in der Einwirkung dieſer Weltkörper auf die Erde, geſucht werden könne. Dies

haben auch ſchon unter den Alten einige eingeſehen, ob ihnen gleich der Gang der Ebbe und Fluth bey weitem nicht ſo bekannt war, als er es uns durch die unzählbaren Beobachtungen der Schiffer und der Bewohner der Küſten des Weltmeeres geworden iſt. Im mittelländiſchen Meere, auf das ſich die Kenntniß der Griechen und Römer gröſtentheils einſchränkte, ſind die Wirkungen der Ebbe und Fluth nicht ſo merklich.

Inzwiſchen führt doch ſchon Homer (Odyſſ. XII. 105.) an, daß ſich der Strudel Charybdis täglich dreymal erhebe und wieder zurückgehe; Strabo, der in ſeinem erſten Buche dieſe Stelle von der Ebbe und Fluth erklärt, meint, der Dichter habe ſein τρὶς als einen poetiſchen Ausdruck gebraucht, der im Grunde nichts mehr ſagen wolle, als mehreremal, oder zweymal.

Herodot und Diodor von Sicilien ſchreiben dem rothen Meere eine große und heftige Ebbe und Fluth (ῥεῦν πολὺν καὶ σφοδρὸν) zu. Plutarch erzählt, daß Pytheas von Maſſilien die Ebbe und Fluth vom Monde hergeleitet habe, ob er gleich dabey den großen Fehler begeht, ſo von ihr zu reden, als ob ſie nur monatlich erfolge. Ariſtoteles gedenkt der Ebbe und Fluth nur an wenigen Stellen ſeiner Schriften; doch ſagt er in einer derſelben (De mundo, cap. 4. ſub. fin.), die Erhebungen des Meeres richteten ſich nach dem Monde. Aus einigen übel verſtandnen Stellen der Kirchenväter iſt die Sage entſtanden, Ariſtoteles habe ſich in den Euripus geſtürzt, weil er die Ebbe und Fluth nicht ergründen können. Juſtinus Martyr (Cohortat. ad Graec.) ſagt nur, er ſey vor Gram geſtorben, weil er die Natur des Euripus nicht habe erklären können, und gedenkt der Ebbe und Fluth gar nicht. Die Griechen ſcheinen überhaupt nur wenig mit dieſen Bewegungen des Meeres bekannt geweſen zu ſeyn, und Curtius ſchildert allem Anſehen nach ſehr richtig das Erſtaunen, mit welchem Alexanders Soldaten, als ſie nach Indien kamen, die Schiffe am Weltmeere vom Waſſer entblößt ſahen.

Die Römer erlangten, als ſich ihre Eroberungen bis an das atlantiſche Meer erſtreckt hatten, genauere Kenntniſſe hievon. Cäſar gedenkt der Ebbe und Fluth im vierten Buche ſeiner Commentarien vom galliſchen Kriege, und **Strabo** führt im dritten Buche die Erſcheinungen nach allen drey Perioden ziemlich richtig an, und erklärt ſie nach dem **Poſidonius** dadurch, daß das Meer die himmliſchen Bewegungen nachahme, in welchen ſich drey ähnliche Perioden befänden. **Plinius** (Hiſt. nat. L. II. c. 97.) giebt nebſt den Erſcheinungen auch die Urſachen an. Cauſa, ſagt er, in ſole lunaque — moventur aquae ut ancillantes ſideri avido, trahentique ſecum hauſtu maria. **Seneca** (Quaeſt. nat. III. 28.) und **Makrobius** (Somn. Scip. I. 6.) beſchreiben ebenfalls die Bewegungen der See ſehr richtig.

Die neuern fiengen nun an, zur Erklärung der Ebbe und Fluth mancherley Hypotheſen zu entwerfen. **Galilei** (Dialog. de Syſtemate coſmico. Dial. 4.) verſuchte, ſie aus der doppelten Bewegung der Erde herzuleiten und als ein Beweisgrund für die Wirklichkeit dieſer Bewegung zu gebrauchen. **Descartes** (Princip. Philoſ. P. IV. prop. 49. ſqq.) erklärte ſie aus ſeinen Wirbeln. Der Wirbel der Erde ſollte nach ſeiner Meinung beym Durchgange des Monds durch den Mittagskreis dem Wirbel des Monds begegnen, und beyde ſollten dadurch, weil der Raum zwiſchen beyden Körpern enger würde, in eine ſchnellere Bewegung gerathen, alſo auf das Meer drücken, und es nöthigen, gegen die Küſten anzuſteigen. Man bemerkt aber, daß auch im freyen ofnen Meere nach dem Durchgange des Monds durch den Mittagskreis das Waſſer ſich erhebt, und keinesweges niedergedrückt wird; auch erklärt dieſe auf das nichtige Syſtem der Wirbel gebaute Hypotheſe die zweyte Fluth nicht, welche ſich ereignet, wenn der Mond unter dem Horizonte ſteht. Nicht glücklicher hat **Wallis** (De aeſtu maris, Opp. To. II. p. 737. ſqq.) die Phänomene der Ebbe und Fluth aus der Bewegung des gemeinſchaftlichen Schwerpunkts der Erde und des Monds herzuleiten geſucht.

Kepler war inzwiſchen auf den Gedanken gekommen, daß es zwiſchen allen Weltkörpern eine allgemeine und gegegenſeitige Anziehung gebe. Er ſagt ausdrücklich (Aſtron. nova tradita Comment. de motu ſtellae Martis, Prag. 1609. praef.), daß ſich der Mond und die Erde, wenn ſie nicht in Bewegung wären, einander nähern, und ſich in ihrem gemeinſchaftlichen Schwerpunkte begegnen würden, und daß die Wirkung des Mondes die Ebbe und Fluth verurſache. Das ganze Waſſer des Weltmeers würde ſich gegen den Mond erheben, wenn die Erde aufhörte, es an ſich zu ziehen. Doch hat es dieſer große Aſtronom in dieſer merkwürdigen Stelle bey einer bloßen Muthmaßung bewenden laſſen, und an andern Stellen ſeiner Gewohnheit nach in ſehr dichteriſchen Tropen von der Ebbe und Fluth geſprochen. **Euler** (Lettres à une princeſſe d'Allemagne, lettr. 63.) der dieſe Ausdrücke zu buchſtäblich nimmt, giebt ihm ſogar Schuld, er habe die Erde für ein lebendiges Thier und die Ebbe und Fluth für eine Wirkung ihres Athmens erklärt.

Newton drang auf dem von Keplern angegebnen Wege weit tiefer in die Geheimniſſe der Natur, und ſahe nach der Entdeckung des Geſetzes der Anziehung leicht die Wirkungen ein, welche die Sonne und der Mond auf das Waſſer der Erdfläche hervorbringen müſten. Er hat hievon (Princip. L. III. prop. 24. 36. 37.) mit der gewöhnlichen ſeiner Größe würdigen Art gehandlet, ohne jedoch ſeine Berechnungen vollſtändig bis auf alle Phänomene der Ebbe und Fluth zu erſtrecken. **Halley** (Philoſ. Trans. n. 226.) hat hieraus einen mit mehreren Beobachtungen verglichenen Auszug geliefert. Die Pariſer Akademie der Wiſſenſchaften veranlaſſete, durch den im Jahre 1740 ausgeſetzten Preiß auf die beſte Abhandlung über dieſen Gegenſtand, die drey vortreflichen Schriften der Herren **Daniel Bernoulli, Mac-Laurin** und **Euler**, welche der Genfer Ausgabe von Newtons Principien (Philoſ. nat. princ. math. aut *Iſ. Newtono* cum comm. PP. *Le Sueur* et *Jacquier*, To. III. 1760. gr. 4.) beygefügt worden ſind, und faſt alles, was ſich über die Urſachen der Ebbe

und Fluth ſagen läſt, erſchöpfen. Endlich hat auch de la Lande (Aſtronomie liv. XXII.) dieſe Materie ſehr umſtändlich und ſchön abgehandlet.

Wenn eine Kugel von beträchtlicher Größe, die mit einer dünnen Lage eines flüßigen Weſens umgeben iſt, in allen ihren Theilen gegen einen äußern Punkt oder Körper gravitirt, ſo muß dieſes Flüßige die Kugelgeſtalt verlaſſen, und die Form eines elliptiſchen Sphäroids annehmen, deſſen große Axe gegen den anziehenden Körper gerichtet iſt. Mac-Laurin, Clairaut (Theorie de la figure de la terre, Paris 1743. 8.) und de la Lande haben dies aus dem Geſetze der Gravitation ſehr ſcharfſinnig erwieſen.

Um die Urſache hievon im Allgemeinen zu überſehen, ſtelle man ſich DaEb (Taf. VI. Fig. 104.) als eine ruhende feſte Kugel vor, die bis auf eine gewiſſe Höhe mit einer gleichförmigen, dünnen und nicht elaſtiſchen flüßigen Materie umgeben iſt, deren Theile nach dem Mittelpunkte C gravitiren, und alſo, wenn keine äußern Einwirkungen ſtatt finden, eine völlige Kugelgeſtalt, wie der feſte Körper, den ſie bedecken, annehmen werden. Wären nun alle Theile der flüßigen Materie und der feſten Kugel gegen einen in L ſtehenden Körper gleich ſchwer, und würden ſie nach parallelen Richtungen gegen ihn gezogen, ſo würde dieſe Schwere jeden Theil mit gleicher Geſchwindigkeit gegen L führen, und ſo die ganze Maſſe bewegen, ohne die Lage ihrer Theile gegen einander, d. i. die Geſtalt des Ganzen, im mindeſten zu verändern. Wenn aber die Kugel DCE eine beträchtliche Größe hat, und alſo C beträchtlich weiter, als a, und b weiter, als C, von L entfernt iſt, ſo werden, den Geſetzen der Gravitation gemäß, die nähern Theile bey a ſtärker gegen L gravitiren, und daher mit mehr Geſchwindigkeit nach L zu bewegt werden, als der Mittelpunkt C; hingegen werden die entferntern Theile bey b weniger, als der Mittelpunkt C, nach L gravitiren, und alſo langſamer, als C, gegen L bewegt werden. Was die feſte Kugel betrift, ſo kann dieſer Unterſchied der Geſchwindigkeiten wegen des Zuſammenhangs ihrer Theile keine Wirkungen äußern; in Abſicht der flüßigen Bedeckung aber

iſt es die natürliche Folge hievon, daß die Theile bey a dem Mittelpunkte voreilen, die bey b hingegen in Vergleichung mit demſelben zurückbleiben müſſen. Daher wird die flüſſige Materie die Kugelgeſtalt verlaſſen, bey a und b von der Oberfläche der feſten Kugel abtreten und ſich in A und B halten, woraus die Figur eines elliptiſchen Sphäroids entſteht, deſſen große Axe AB ſich gegen den Mittelpunkt der Anziehung L richtet.

Die Seewaſſer erheben ſich alſo nicht nur gegen die Seite A, auf welcher der Mond ſtehet, ſondern auch auf die entgegengeſetzte Seite B, wie dies bey der Ebbe und Fluth wirklich geſchieht, da die hohe Fluth nicht nur nach der Culmination des Mondes ſelbſt, ſondern auch zwölf Stunden darnach nach dem Durchgange des Monds durch die untere Hälfte des Mittagskreiſes eintritt. Dieſer Umſtand, der aus der Betrachtung der Gravitation ſo leicht folgt, läſt ſich nach den Hypotheſen des Descartes und Wallis nicht anders, als auf eine ſehr gezwungene Art, erklären. Aus Descartes Erklärung folgt eigentlich ſogar das Gegentheil.

Jeder Naturforſcher muß ſich bey Erklärung der Ebbe und Fluth ſchlechterdings gezwungen finden, den newtoniſchen Lehren zu folgen, und die Schwere des Waſſers gegen den Mond und die Sonne zuzugeben, deren Daſeyn ſich in dieſem Phänomen ſo augenſcheinlich zeigt. Selbſt die, welche mit Newtons Syſtem nicht überall zufrieden ſind, wie z. B. Euler, ſehen ſich genöthigt, hier mit ihm einzuſtimmen, weil es ihnen ſonſt ſchlechterdings unmöglich fallen würde, über die Ebbe und Fluth etwas befriedigendes zu ſagen. Was ſie ſich unter dieſer Schwere denken, wie ſie ſie nennen, und aus welcher Urſache ſie ſie herleiten wollen, ſteht gänzlich bey ihnen — Newton ſelbſt braucht zu ſeinem Syſtem nichts weiter, als daß man ihm ihr Daſeyn und ihre Geſetze einräume, woraus ſich alle Lehren der phyſiſchen Aſtronomie, und alle Phänomene der Ebbe und Fluth, übereinſtimmend mit den Erfahrungen, herleiten laſſen.

Newton berechnet (Princ. L. III. prop. 36.), daß die Schwere der Seewaſſer nach der Sonne ſich zu ihrer Schwere nach der Erde, wie 1 zu 12868200 verhalte, und zieht durch Vergleichung mit den Wirkungen der Schwungkraft hieraus den Schluß, daß das Waſſer an den Stellen, die unter der Sonne und der Sonne entgegengeſetzt ſtehen, um $23\frac{1}{10}$ par. Zoll höher ſeyn müſſe, als an denen Stellen, welche 90° von der Sonne abſtehen. Mac-Laurin ſetzt durch genauere Berechnung dieſes Reſultat auf 22,8654 Zoll herab. Die Schwere gegen den Mond findet Newton (prop. 37.) etwa $4\frac{1}{2}$mal ſo groß, daß alſo beyde Kräfte zuſammen das Waſſer auf $10\frac{1}{2}$ Fuß, und, wenn der Mond in der Erdnähe iſt, auf $12\frac{1}{2}$ Fuß erheben könnten. De la Lande ſetzt die Schwere gegen den Mond nur etwa dreymal ſo groß, als die gegen die Sonne, welches im Ganzen etwa 8 Fuß Fluth auf dem ofnen Meere betragen würde. Es iſt aber hier genug, überhaupt ſo viel zu wiſſen, daß dieſe Kräfte hinreichend ſind, die Bewegungen des Meeres zu bewirken, und daß die Wirkung des des Mondes wegen ſeiner Nähe hiebey weit ſtärker, als die der Sonne, iſt.

Die Gewäſſer müſſen ſich alſo an dem Orte, der den Mond im Scheitel hat, und an dem entgegengeſetzten Orte der Erde erheben, an den 90° hievon entfernten Stellen aber erniedrigen. Etwas ähnliches muß auch, doch in geringerm Grade, an denjenigen Orten geſchehen, welche ähnliche Lagen gegen die Sonne haben. Verbindet man nun beyde Wirkungen miteinander, ſo ſieht man leicht, daß die Erhebung der Gewäſſer an einerley Orte ſowohl der Größe, als der Zeit nach, beträchtlichen Abwechſelungen unterworfen ſeyn müſſe.

In den Syzygien verbinden ſich die Wirkungen der Sonne und des Monds zu gleichen Zeiten, und müſſen daher ſtärkere Fluthen, als ſonſt, veranlaſſen. In den Quadraturen hingegen wirken beyde Weltkörper einander entgegen, weil ſie alsdann um 90° von einander abſtehen, daher das Waſſtr zu der Zeit, wenn es ſich gegen den Mond erhebt, durch die Wirkung der Sonne erniedriget

wird. Hieraus iſt klar, daß unter übrigens gleichen Umſtänden in den Syzygien die ſtärkſten, in den Quadraturen hingegen die ſchwächſten Fluthen eintreten müſſen.

Je näher der Mond der Erde iſt, deſto größer muß ſeine Wirkung auf die Ebbe und Fluth ſeyn; und eben dies gilt von der Sonne. Denn die Schwere des Waſſers gegen dieſe Körper wächſt in eben dem Verhältniſſe, in welchem das Quadrat ihres Abſtands von der Erde abnimmt.

Wenn das Waſſer ohne Trägheit wäre, ſo müſte es mit dem Augenblicke der Culmination des Mondes ſelbſt ſeinen höchſten Stand erreichen. Die Trägheit des Waſſers aber verſpätiget nicht nur den Zeitpunkt, ſondern vermindert auch die Höhe der Ebbe und Fluth. Um dies zu beweiſen, ſetze man inzwiſchen die Wirkung der Sonne aus den Augen, und nehme die Erde ruhend an. Unter dieſen Umſtänden wird ſich das Waſſer genau an dem Orte erheben, der den Mond im Zenith hat. Man ſetze nun, die Erde fange an, ſich um ihre Axe zu drehen, ſo wird das gegen den Mond erhobne träge Waſſer wegen der Geſchwindigkeit der Umdrehung nicht ſo ſchnell ablaufen können, als es gegen Morgen fortgeführt wird; inzwiſchen wird es doch einigermaßen ablaufen. Hieraus folgt, daß das von der Umdrehung der Erde fortgeführte Waſſer auf der Morgenſeite des Mondes höher ſtehen muß, als es ohne dieſe Umdrehung ſtehen würde, daß es aber doch nicht ſo hoch ſtehen könne, als es, wenn die Erde ruhete, unter dem Monde ſtehen würde. Die Umdrehung der Erde muß alſo die Fluth nicht nur verſpätigen, ſondern auch ihre Höhe vermindern.

Die beſtändig fortdaurende Bewegung des trägen Waſſers combinirt ſich mit der Ebbe und Fluth auf eine Art, die ſich ſchwerlich einer ſichern Rechnung unterwerfen läſt. Es kömmt hiebey auch viel auf die Lage der Orte gegen den Aequator an. De la Caille fand, daß am Vorgebirge der guten Hofnung die hohe Fluth ohngefähr 2½ St. nach dem Durchgange des Monds durch den Mittagskreis ankam, und Maskelyne (Phil. Trans. 1762.)

ſetzte dieſen Zeitraum für die Inſel St. Helena auf $2\frac{1}{4}$ St. Und in Anſehung der Küſten, welche weiter abliegen, erfolgt die Fluth noch ſpäter, worüber man in den Büchern von der Schiffkunſt, ingleichen in der Conoiſſance des temps eigne Tabellen findet. Man nimmt deshalb, wenn man die Erſcheinungen der Ebbe und Fluth durch Rechnungen beſtimmen will, ſtatt der Sonne und des Monds, diejenigen Punkte des Himmels an, welche ohngefähr 35° weiter gegen Morgen ſtehen, als dieſe Geſtirne.

Beym höchſten und niedrigſten Stande ſteht das Waſſer eine kleine Zeit ſtill, weil ſeiner Trägheit wegen einige Zeit erforderlich iſt, um in ihm die neue Bewegung hervorzubringen.

Stünde der Mond allezeit im Aequator, und alſo 90° von den Polen entfernt, ſo könnte unter den Polen gar keine Ebbe und Fluth ſtatt finden: alſo würde auch an den dem Pole nahe liegenden Küſten dieſe Bewegung nur ſchwach und unmerklich ſeyn, zumal da dieſe Gegenden wegen des Eiſes und der Stellung der Küſten der Ebbe und Fluth noch beſondere Hinderniſſe entgegenſetzen. Nun ſteht zwar der Mond nicht ſtets im Aequator, er entfernt ſich doch aber auch nie über 28° von demſelben; hieraus erklärt ſich, warum in der Nähe der Pole und über 65° Breite hinaus die Ebbe und Fluth nicht mehr merklich iſt.

Da der Mond täglich einen mit dem Aequator parallelen Tagkreis beſchreibt, ſo werden die Gewäſſer unter den Polen den ganzen Tag über gleich hoch ſtehen, weil der Mond in allen Punkten des Tagkreiſes vom Pole gleich weit abſteht. Am folgenden Tage aber, da der Mond einen höhern oder niedrigern Tagkreis beſchreibt, werden die Gewäſſer etwas höher oder niedriger, als am geſtrigen Tage, ſtehen.

Betrachtet man Orte, welche zwiſchen dem Nordpole und dem Monde liegen, ſo wird der Mond, wenn er eine nördliche Abweichung hat, bey ſeinem obern Durchgange durch den Mittagskreis dem Zenith dieſer Orte näher kommen, als er beym untern Durchgange ihrem Nadir kömmt. Daher wird unter dieſen Umſtänden die Fluth

beym obern Durchgange des Monds ſtärker, als die beym untern, ſeyn. Hat der Mond eine ſüdliche Abweichung, ſo findet das Gegentheil ſtatt. In den Syzygien des Sommers erfolgt zu Mittag der obere Durchgang des Monds, wenn er nördlich ſteht, und der untere, wenn er ſüdlich ſteht; in beyden Fällen iſt alſo die Nachmittagsfluth ſtärker, als die Morgenfluth. Hieraus erklärt ſich ſehr leicht die oben angeführte Erſcheinung, daß die Fluthen der Syzygien im Sommer des Abends ſtärker, als des Morgens, ſind. Im Winter geſchieht, wie man bald überſieht, das Gegentheil.

Kömmt man näher gegen die Pole, ſo findet man Orte, wo der Mond bey ſeinem untern Durchgange gerade 90° vom Zenith entfernt iſt, wo alſo ſtatt der einen Erhebung der Gewäſſer Erniedrigung ſtatt findet, und binnen 24 Stunden nur einmal Ebbe und Fluth erfolgt. Ausführlichere Rechnungen zeigen alle dieſe Sätze, die hier nur im Allgemeinen angegeben werden können, beſtimmter und überzeugender.

Weil die Wirkungen der Sonne und des Monds monatlich nur zweymal, nemlich in den Syzygien, zuſammenkommen, ſo hängt außer dieſen Zeitpunkten der Augenblick der hohen Fluth weder vom Monde allein, noch von der Sonne allein, ſondern vielmehr von einem zwiſchen beyden Geſtirnen liegenden Punkte ab. Wenn nun der Mond von einer Syzygie zur Quadratur übergeht, ſo fällt dieſer Punkt mehr abendwärts, als der Mond, geht alſo früher durch den Mittagskreis, und die Fluth tritt etwas früher ein; geht der Mond hingegen von einer Quadratur zur Syzygie, ſo fällt der erwähnte Punkt vom Monde morgenwärts, geht ſpäter durch den Mittagskreis, und die Fluth tritt ſpäter ein.

Da alle Wirkungen bey der Ebbe und Fluth durch die Trägheit des Waſſers und durch das Beharren in der ihm einmal mitgetheilten Bewegung verzögert werden, ſo erfolgen daher die höchſten Fluthen auch nicht im Zeitpunkte der Syzygien ſelbſt, ſondern erſt zwo bis drey Fluthen dar-

nach, und eben dies iſt der Fall bey den ſchwächſten Fluthen in den Quadraturen.

Da die Sonne der Erde im Winter etwas näher ſteht, als im Sommer, ſo folgt hieraus, daß unter übrigens gleichen Umſtänden die Fluthen um die Winterſonnenwende etwas ſtärker, als um die im Sommer, ſeyn müſſen.

Ich will dieſen Erklärungen der Phänomene noch einige Reſultate beyfügen, welche ſich nicht anders, als mit Hülfe weitläufigerer Rechnungen erweiſen laſſen. 1) In den Syzygien beträgt der Zeitraum zwiſchen den hohen Fluthen am erſten und zweyten Tage 24 St. 35 Min., und die Fluth eilt alſo dem täglichen Umlaufe des Monds (welcher 24 St. 50 Min. beträgt) um 15 Min. vor. 2) In den Quadraturen hingegen beträgt dieſer Zeitraum 25 St. 15—40 Min., und die Fluth bleibt gegen den Umlauf des Monds 25—50 Min. zurück, je nachdem der Mond in der Erdferne oder Erdnähe iſt. 3) Der Tag, da dieſer Zeitraum das Mittel zwiſchen ſeinen äußerſten Grenzen hält, fällt näher an die Quadraturen, als an die Syzygien. 4) Die Veränderungen in der Höhe der Fluthen ſind um die Syzygien und Quadraturen am geringſten, ſo wie Wachsthum und Abnahme jeder Größe da am geringſten iſt, wo ſie ein Maximum oder Minimum wird. 5) Die gröſten Veränderungen in der Höhe der Fluthen fallen näher an die Quadraturen, als an die Syzygien. 6) Die Höhe der Fluth über das niedrige Waſſer, an jedem Orte, iſt gleich der gröſten Höhe des Waſſers, multiplicirt durch das Quadrat des Sinus der Höhe oder Tiefe des Geſtirns, wo für das Geſtirn der obenerwähnte zwiſchen Sonne und Mond liegende Punkt zu nehmen iſt.

Es ergiebt ſich hieraus zur Berechnung der Höhe der Fluth an jedem Orte folgende Regel. Man ſucht den Ort der Sonne und des Monds und ihre Abſtände von der Erde, und berechnet daraus ihre Abweichungen und ihre Höhen für den gegebnen Ort, nimmt aber dabey den Stundenwinkel um ſo viel größer, ſo viel ſpäter an den Tagen der Syzygien die hohe Fluth nach der Culmination des Monds erfolgt, z. B. für St. Helena 2¼ St., für Breſt

$3\frac{1}{4}$ St., für St., Malo 6 St. für Calais 11 St. größer. Das Quadrat des Sinus dieſer gefundenen Höhe in die gröſte Wirkung des Monds für den gefundenen Abſtand multiplicirt, giebt die Höhe des Waſſers über den niedrigſten Stand für die Wirkung des Monds. Eine ähnliche Rechnung für die Sonne, giebt eben dieſe Höhe für ihre Wirkung. Beyde zuſammen geben die wirkliche Höhe.

Die in dieſer Rechnung vorkommenden gröſten Wirkungen der Sonne und des Monds finden ſich aus ihren Abſtänden von der Erde durch den Satz, daß ſich dieſe Wirkungen verkehrt, wie die Würfel der Abſtände verhalten, und bey den mittlern Abſtänden für die Sonne 2 par. Fuß, für den Mond $2\frac{1}{2}$mal ſo viel oder 5 Fuß betragen.

Die Höhen des Waſſers würden ſich überall der Berechnung gemäß finden, wenn das Meer allenthalben gleich tief wäre; allein die Untiefen, Meerengen, Geſtalten der Küſten u. ſ. w. machen hievon ſehr beträchtliche Ausnahmen, wie denn die gröſte Höhe der Fluth auf der Inſel St. Helena, am Vorgebirge der guten Hofnung und an den Philippiniſchen Inſeln nur 3 Fuß, in der Mitte der Südſee nur 1 Fuß, zu St. Malo hingegen auf 45 Fuß, auch wohl noch mehr, beträgt. Alle gegen Oſten ofne Meerbuſen haben ſtärkere Fluthen, und in der Mündung des Amazonenfluſſes ſpürt man die Ebbe und Fluth bis 100 Meilen von der See.

In Europa iſt die Ebbe und Fluth nach den Nachtgleichen ſtärker, als um den Sommerpunkt. De la Lande (Mém. de Paris 1772.) leitet dieſes von mehreren Urſachen her, weil 1) die Süd- und Weſtwinde alsdann ſtärker ſind, und mehr Waſſer herbeyführen, 2) weil die Fluth des Sommerpunkts, wo der höchſte Ort des Waſſerſphäroids weiter gegen Norden fällt, zwiſchen dem feſten Lande von Afrika und Amerika mehr geſperrt wird, und nicht ſo leicht an unſere Küſten dringen kan, als die um die Nachtgleichen, 3) weil die zwo Fluthen in den Sonnenwenden ſehr ungleich ſind, und ſich daher zum Theil einander aufheben, dagegen die zwo täglichen Fluthen um

die Nachtgleichen ohngefähr gleich ſind, und daher ihre völlige Wirkung merklich wird.

Man hat den Vertheidigern des Newtoniſchen Syſtems den Einwurf gemacht, die Anziehung des Mondes müſſe, wenn ſie die Urſache der Ebbe und Fluth wäre, in den kleinen Meeren eben ſowohl ſtatt finden, als in den großen, da doch die Erfahrung lehret, daß ſie im caſpiſchen Meere kaum merklich, im mittelländiſchen und baltiſchen ſehr ſchwach iſt. Es läſt ſich aber erweiſen, daß in einem eingeſchloſſenen Meere die völlige Ebbe und Fluth zu der im ofnen Meere erfolgenden ſich verhalte, wie die Länge des eingeſchloſſenen Meeres von Morgen nach Abend zum Halbmeſſer der Erde, daß ſie überdies auch noch mehr abnehme, wenn die Polhöhe zunimmt. Auch muß in einem enge begrenzten Meere das Waſſer, wenn es ſich gegen ein Ufer erhebt, ſich am entgegengeſetzten Ufer vertiefen.

Beſondere Einſchränkungen, welche das allgemeine Geſetz der Ebbe und Fluth an einzelnen Orten leidet, erklären ſich mehrentheils aus der Lage der Meere und der Ufer. Dahin gehört, was Newton (prop. 24.) von dem Seehafen Batsham in Tunquin ſagt, wohin die Fluth durch zwo Meerengen, durch eine früher, als durch die andere, dringt, und dadurch binnen 24 Stunden nur einmal Fluth und einmal Ebbe veranlaſſet.

Briſſon Dict. raiſonné de phyſique, art. *Flux et Reflux.*

de la Lande aſtronomiſches Handbuch, Leipzig 1775. gr. 8. §. 1074 u. f.

Eccentricität, Eccentricitas, *Eccentricité.* Die Entfernung des Mittelpunkts einer elliptiſchen Planetenbahn vom Brennpunkte; die Linie CS (Taf. I. Fig. 17.), wo C der Mittelpunkt der Ellipſe AEPDM, S der Brennpunkt derſelben iſt.

Die Alten ließen die Planeten in Kreiſen um die Erde laufen, doch ſetzten ſie die Erde außer dem Mittelpunkt derſelben, und ſo war bey ihnen die Eccentricität der Bahn diejenige Linie, um welche die Erde vom Mittelpunkte der Bahn abſtand. Copernikus wies der Sonne

den Platz an, den die Erde vorher behauptet hatte, behielt aber die eccentriſchen Kreiſe bey, und verſtand alſo unter Eccentricität den Abſtand der Sonne von dem Mittelpunkte der kreisförmigen Bahn. Kepler entdeckte endlich die elliptiſche Geſtalt der Bahnen, und fand, daß die Sonne in dem einen Brennpunkte dieſer Ellipſen ſtehe. Seit dieſer Zeit heißt nun Eccentricität der Bahn ſo viel als Abſtand der Sonne oder des einen Brennpunkts S vom Mittelpunkte C.

Da in einer Ellipſe beyde Brennpunkte, S und L, vom Mittelpunkte C gleich weit abſtehen, ſo iſt ihre Entfernung von einander SL = 2CS oder der doppelten Eccentricität gleich. Es iſt aber SL auch gleich AS — AL oder AS—PS, d. i. dem Unterſchiede zwiſchen der Sonnenferne und Sonnennähe; daher die Eccentricität dem halben Unterſchiede der Sonnenferne und Sonnennähe gleich iſt. Die halbe Summe von AS und PS aber macht die halbe große Axe AC, oder den mittlern Abſtand des Planeten von der Sonne aus.

Die Eccentricität der Bahn der Erde um die Sonne wird aus dem Verhältniſſe der Sonnenferne zur Sonnennähe, oder des gröſten Durchmeſſers der Sonne zum kleinſten (32′ 36″ : 31′ 31″) geſchloſſen. Da ſich der halbe Unterſchied dieſer beyden Größen zu ihrer halben Summe, wie 1′ 5″ : 64′ 7″ = 65 : 3847 = 1689 : 100000 verhält, ſo iſt dies auch das Verhältniß von CS zu AC in der Erdbahn. De la Lande ſetzt es 16802 : 1000000.

Die Eccentricitäten der übrigen Planetenbahnen werden aus den Beobachtungen der Planeten durch Methoden gefunden, deren Erklärung in die Sternkunde gehört. Man kan ſie entweder alle mit dem mittlern Abſtande der Erde von der Sonne, oder man kan eine jede von ihnen mit dem mittlern Abſtande des Planeten, dem ſie zugehört, vergleichen. Auf beyde Art wird man ſie in der Tabelle angegeben finden, die ich dem Artikel: Weltſyſtem, beyfügen werde. Die Eccentricität des Merkurs z. B. iſt 0,07960, wenn der mittlere Abſtand der Erde von der Sonne = 1 geſetzt wird; hingegen iſt ſie = 0,20536,

wenn man den mittlern Abſtand des Merkurs von der Sonne = 1 annimmt.

Je größer die Eccentricität in Vergleichung mit der halben großen Axe ihrer Ellipſe iſt, deſto eccentriſcher iſt dieſe Ellipſe, d. h. deſto mehr weicht ſie von der Cirkelgeſtalt ab. Unter den Bahnen der Planeten iſt die des Merkurs am meiſten, und die der Venus am wenigſten eccentriſch.

Die Eccentricität gehört unter die Data, welche zu Beſtimmung des Laufes von jedem Planeten weſentlich nothwendig ſind, ſ. **Elemente der Planetenbahnen.**

Echo, Wiederhall, Echo, *Echo.* Ein zurückgeworfener und dadurch zum zweytenmale, oder noch mehreremal gehörter Schall. Man ſetze, daß jemand gegen einen erhabnen Gegenſtand, z. B. gegen einen Felſen, eine Mauer u. dgl. rufe, und daß ein Theil dieſes Gegenſtands gegen die Richtung der Stimme ſenkrecht gekehrt, und ſeiner Natur nach zur Zurückwerfung des Schalls geſchickt ſey; ſo wird der Schall zu dem Ohre des Rufenden zurückkehren, und ihn ſeine eigne Stimme zum zweytenmale hören laſſen. Giebt es mehrere ähnlich geſtellte Gegenſtände in verſchiedenen Entfernungen von dem Rufenden, ſo wird jeder derſelben den Schall zurückwerfen, und dieſe zurückkehrenden Stimmen werden wegen der Verſchiedenheit der Entfernungen zu verſchiedenen Zeiten zum Ohre gelangen, wodurch mehrere Wiederholungen des gerufenen Worts gehört werden. Dies heißt ein **vielfaches Echo.** Iſt der Gegenſtand nicht ſenkrecht gegen die Richtung des Schalles gekehrt, ſo wird dieſer an einen dritten Ort zurückgeworfen, an welchem man zuerſt den Schall ſelbſt, und dann das Echo höret.

Zu Hervorbringung eines Echo iſt wohl das bloße Zurückwerfen der ſchallenden Lufttheilchen allein nicht hinreichend, weil ſonſt jede Oberfläche eines feſten und harten Körpers den Schall verdoppeln müſte, welches doch der Erfahrung widerſpricht. Es ſcheint vielmehr hiezu eine Art von hohler Wölbung des zurückwerfenden Körpers zu

gehören, welche mehrere divergirende Linien des Schalles wieder zuſammenlenkt, und an dem Orte, wo das Echo hörbar ſeyn ſoll, vereiniget, oder ſie wenigſtens parallel ausſendet, ohne den Schall weiter zu ſchwächen, ſo wie die Hohlſpiegel divergirende Lichtſtralen in ihrem Brennraume vereinigen, oder bisweilen parallel ausſenden. Ferner iſt eine gewiſſe Entfernung des zurückwerfenden Gegenſtandes nothwendig, damit das Echo erſt eine Zeitlang nach dem Schalle ſelbſt zum Ohre gelange, und von jenem abgeſondert empfunden werden könne.

Da der Schall den Verſuchen zufolge in einer Secunde 1080 pariſer oder 1240 leipziger Fuß zurücklegt, ſo würde ein Beobachter, welcher 620 leipziger Fuß oder 310 Ellen von dem zurückwerfenden Gegenſtande entfernt und in der Nähe des ſchallenden Körpers ſtünde, das Echo eine Secunde ſpäter, als den Schall, hören. Ein ſolches Echo wird alſo von einer aus mehreren Worten beſtehenden Rede ſo viel Worte oder Sylben wiederholen, als nach geendigter Rede in Zeit von einer Secunde gehört werden können. Dies heißt ein vielſylbiges **Echo** (polyſyllabum). Iſt der Zuhörer ſo geſtellt, daß der Schall, um zu dem zurückwerfenden Gegenſtande und von da bis zum Ohre zu gelangen, 155 Ellen weiter gehen muß, als er unmittelbar vom ſchallenden Körper bis zum Zuhörer zu gehen hat, ſo verfließt zwiſchen dem Hören des Schalles und des Echo nur $\frac{1}{4}$ Secunde Zeit. Iſt dieſer Zeitraum noch kürzer, ſo kan binnen demſelben nur eine Sylbe gehört werden, und das Echo wiederholt nur einzelne Sylben, iſt ein einſylbiges Echo (monoſyllabum).

Auch das geübteſte Ohr kan in einer Secunde nicht mehr als neun auf einander folgende Töne oder Laute deutlich unterſcheiden. Man kan ſich hievon verſichern, wenn ein Tonkünſtler im ſchnellſten Tempo die Violine ſpielt. Die Töne fließen in einander, und werden nicht mehr deutlich unterſchieden, wenn deren mehr als neun auf den Zeitraum einer Secunde kommen. Daher wird zum einſylbigen Echo aufs wenigſte ein Zeitintervall von $\frac{1}{9}$ Secunde, oder ein Ueberſchuß von 69 Ellen erfordert, um welchen

der Weg des zurückgeworfenen Schalles länger, als der gerade Weg vom ſchallenden Körper bis zum Zuhörer, ſeyn muß. Wird der Schall wieder in ſeine vorige Richtung zurückgeworfen, und ſteht der Zuhörer beym ſchallenden Körper ſelbſt, oder ruft er ſelbſt, ſo muß die Entfernung des zurückwerfenden Gegenſtands wenigſtens 35 Ellen ſeyn, damit durch den Hin- und Hergang des Schalles der Weg von 69 Ellen herauskomme, der in $\frac{1}{9}$ Sec. Zeit durchlaufen wird. Der P. Merſenne erfordert eine Entfernung von 69 pariſer Fuß.

Man ſieht hieraus leicht, warum gewölbte Gebäude, Säle, Gänge u. dgl. ſo ſtark wiederſchallen, ohne doch ein deutliches Echo zu verurſachen. Die Mauern ſind zum Theil zu nahe, und zum Theil machen ſie eine ununterbrochene Reihe von verſchiedentlich entfernten Flächen aus, und das Ohr kan weder den urſprünglichen Schall vom erſten Echo, noch die vielen unmittelbar in einander fließenden Wiederlaute von einander ſelbſt unterſcheiden.

Stehen hingegen mehrere einzelne zurückwerfende Flächen in verſchiedenen Entfernungen, ſo kan jede derſelben ein eignes Echo veranlaſſen, und es kan aus allen zuſammen ein vielfaches Echo entſtehen, in welchem jedoch die erſten Wiederholungen gewöhnlich ſtärker, als die letztern, ſeyn werden, weil der Schall durch einen weitern Fortgang in der Luft geſchwächt wird. Doch können auch unter den folgenden Wiederholungen ſtärkere vorkommen, wenn die Flächen, von denen ſie kommen, mehr Schalllinien auffaſſen und zurückbringen, als die nähern Flächen.

Da der Schall nach eben den Geſetzen zurückgeworfen wird, nach welchen das Licht zurückpraller, und auf denen die Katoptrik beruht, ſo nennen einige die Lehre vom Echo Katoptrik des Schalls, beſſer Kataphonik oder Katakuſtik. Der Ort des ſchallenden Körpers wird der phoniſche, und der zurückwerfende Ort oder Gegenſtand der phonokamptiſche Mittelpunkt genannt.

Alle feſte Körper von beträchtlichen Oberflächen, wie Mauern, Wälle und Feſtungswerke, dichte Wälder, Häuſer, Berge, Felſen, hohe Ufer, können ein Echo veranlaſſen. Eben ſo die Höhlen in den Bergen, und die Wolken. Daher kömmt das Brüllen des Donners, ſ. Donner.

Dennoch iſt die Theorie der Zurückwerfung für den Schall bey weitem noch nicht ſo ausgearbeitet und zuverläßig, als für das Licht. Die Erfahrung lehrt, daß oft das Echo an Orten außenbleibt, wo man es der Regel nach hören ſollte, und an andern, wo man es nicht erwartet hätte, ſtatt findet. Die Urſache liegt wohl darinn, daß man die nöthige Beſchaffenheit der zurückwerfenden Flächen beym Lichte beſſer, als beym Schalle, kennet. Beym Lichte iſt die Glätte eine nothwendige Eigenſchaft der Spiegelfläche, die ein Bild machen ſoll: beym Schalle ſcheint dies nicht der Fall zu ſeyn; denn ſehr oft findet man das ſchönſte Echo in den rauheſten und unebenſten Wildniſſen, wo an glatte Flächen nicht zu denken iſt. Im Ganzen kan man zwar die Aehnlichkeit der Geſetze, nach welchen Licht und Schall zurückgeworfen werden, nicht verkennen; allein ſie kan ſchon darum nicht ohne Einſchränkung gelten, weil ſich der Fortgang des Schalls nicht mit ſolcher Evidenz auf gerade Linien zurückführen läſt, wie der Fortgang des Lichts.

Unter dem Worte **Echo** wird ſehr oft auch der Ort verſtanden, wo ſich ein wiederholter Schall hören läſt. Man findet ſolche Orte häufig, und ich will hier nur einiger beſonders ausgezeichneten gedenken.

Gaſſendi führt in ſeinen Anmerkungen über das zehnte Buch des Diogenes Laertius an, daß Boiſſard bey dem Grabmale der Metella, Gemahlin des Craſſus, den erſten Vers der Aeneide: Arma virumque etc. achtmal wiederſchallen gehört habe. So gedenkt Caſpar **Barth** in den Noten zu der Thebaide des Statius (L. XI. v. 30.) eines Echo bey Coblenz am Ufer des Rheins, welches ein Wort ſiebzehnmal wiederhole, und ſonſt viel ähnliches mit dem zu Genetay bey Rouen hat, das in den Schriften der pariſer Akademie vom Jahre 1692 beſchrieben wird. An

beyden Orden nemlich hört der Sänger nur ſeine eigne Stimme, der Hörer nur das Echo, aber mit großen Veränderungen, indem es bald nahe, bald fern, bald deutlich, bald gar nicht, von einem nur wie eine Stimme, von andern wie viele, von einem zur Rechten, vom andern zur linken, gehört wird. Der P. Quesnet erkläret a. a. O. alle dieſe Erſcheinungen ziemlich glücklich aus der halbcirkelförmigen Geſtalt des Hofes vor dem Luſthauſe zu Genetay, und aus der Bewegung des Sängers, der im Singen gegen den Eingang des Hofs fortgehen muß. Von dem Schloſſe Simonetta erzählen **Kircher** und **Schott**, daß es mit parallelen hohen Mauern umgeben ſey, welche ein vielfaches Echo veranlaſſen, das ein einſylbiges Wort aus einem gewiſſen Fenſter gerufen auf vierzigmal wiederhole. Das Echo bey Verdun (Mém. de Paris. 1710.) kömmt von zween großen, 26 Toiſen von einander abſtehenden Thürmen, die durch ein Hauptgebäude getrennt ſind, her. In dem einen iſt ein gewölbtes Gemach, in dem andern iſt der Vorhof gewölbt. Dieſe Wölbungen wirken auf den Schall, wie zween Spiegel auf das Licht; es ſendet immer eine der andern den Schall zu wiederholten malen zu. Spricht man alſo auf der geraden Linie zwiſchen beyden Thürmen ein lautes Wort, ſo hört man es 12—13mal in gleichen Zwiſchenzeiten, doch immer ſchwächer, wieder. Entfernt man ſich von der geraden Linie, ſo hört man keine Wiederholung, kömmt man zwiſchen den einen Thurm und das Hauptgebäude, ſo hört man nur eine einzige.

Ein **toniſches Echo** heißt dasjenige, welches nur von einem gewiſſen muſikaliſchen Tone wiederhallt. Dieſe Art des Echo ſcheint eine Wirkung der Reſonanz zu ſeyn, ſ. Reſonanz.

Briſſon Dict. de phyſique, art. *Echo*.

Edelerde, Terra nobilis, *Terre de Diamant*. Mit dieſem Namen hat **Bergmann** (Comment. de tubo ferruminatorio, §. 8. und Anl. zu Vorleſungen über die Chymie, Stockh. u. Leipz. 1779. 8.) eine eigne Erde belegt,

die nach ihm den Grundſtoff einiger Edelſteine und vorzüglich des Diamants ausmacht. Sie unterſcheidet ſich von der Kieſelerde dadurch, daß ſie ſich nicht in der Flußſpathſäure auflöſen, auf dem trocknen Wege auch nicht mit dem mineraliſchen Alkali (Sodaſalze) verbinden, wohl aber in Borax und Phosphorſäure auflöſen, und in ofnem Feuer verflüchtigen oder verbrennen läſt, ſ. Diamant.

Leonhardi in Macquer chym. Wörterb. Art. Edelerde.

Edelſteine, Gemmae, *Pierres precieuſes*. Sehr harte, mit dem Stahle Feuer ſchlagende, glänzende, durchſichtige Steine, von verſchiedenen Farben, denen man ihres Glanzes, ihrer Härte und Seltenheit wegen einen beſondern Werth beygelegt hat. Sie finden ſich mehrentheils in einer regelmäßigen beſtimmten Geſtalt, ſchließen auch bisweilen fremde Körper in ſich, daher man ihre Entſtehung von einer Kryſtalliſation herleitet. Ihre Farbe ſcheint von einer metalliſchen Beymiſchung herzurühren. Die Grunderde der meiſten Edelſteine iſt die Kieſelerde, in einigen mit etwas Thon- oder Kalcherde vermiſcht; in andern, vorzüglich im Diamant, hat Bergmann einen eignen Grundſtoff gefunden, dem er den Namen der Edelerde beylegt, ſ. Edelerde. Faſt alle dieſe Steine werden durchs Reiben und durch die Wärme elektriſch, und ziehen alsdann leichte Körper an.

Die Namen der vornehmſten Edelſteine ſind der Diamant, Topas, Amethyſt, Rubin, Granat, Smaragd, Hyacinth, Saphir, Beryll, Chryſolith, Peridot. Vom Diamant iſt in einem eignen Artikel gehandlet worden.

Der Topas, Topazius, *Topaſe*, iſt gelb und hart, mehrentheils ſechseckigt; die hellgelben ſächſiſchen Topaſe aber ſind priſmatiſch, von vier ungleichen Seiten mit abgeſtumpften Ecken. Die ſpecifiſche Schwere des orientaliſchen Topaſes iſt 4,0106mal größer, als die des Waſſers.

Der Amethyſt, Amethyſtus, *Amethyſte*, iſt violet, und findet ſich oft in großen Stücken von vermiſchten Farben. Seine ſpecifiſche Schwere iſt 2,6535.

Der Rubin, Rubinus, *Rubis*, iſt roth und ſehr hart, wird an Werthe gleich nach dem Diamant geſetzt, und findet ſich achteckigt, auch in abgerundeten Stücken. Die orientaliſchen Rubinen ſind ſcharlachroth, die blaſſen heißen Ballas (*rubis balais*), die gelblichen Rubicell, die dunkelrothen Spinell. Die ſpecifiſche Schwere der beſten orientaliſchen iſt 4,2833.

Der Granat, Granatus, *Grenat*, iſt dunkelroth und ſehr eiſenhaltig, und wird in eckigten Geſtalten von 4 bis zu 24 Seiten gefunden. Seine ſpecifiſche Schwere iſt 4,1888.

Der Smaragd, Smaragdus, *Emeraude*, iſt grün und hart, wird in eckigten, oft auch in runden und platten Geſtalten gefunden, und ſeine Schwere iſt 2,7755.

Der Hyacinth, Hyacinthus, *Hyacinthe*, iſt rothgelb, oft auch citrongelb oder braungelb, und nicht ganz durchſichtig, daher auch ſein Werth nicht groß iſt. Die ſpecifiſche Schwere iſt, 3,6873.

Der Saphir, Sapphyrus, *Saphir*, hat die Farbe der blauen Kornblume, bisweilen ſehr blaß, iſt ſehr hart, verliert aber im Feuer ſeine Farbe. Die ſpecifiſche Schwere der blauen orientaliſchen iſt 3,9941.

Der Beryll oder Aquamarin, Beryllus, *Aiguemarine*, iſt blaugrün oder meergrün, verliert aber die Farbe im Feuer. Seine ſpecifiſche Schwere iſt 2,7229.

Der Chryſolith, Chryſolithus, *Chryſolite*, hat unter allen die geringſte Härte, und eine goldgrüne Farbe, die er in mäßigem Feuer verliert. Seine Schwere iſt 2,7821. Der Peridot oder Chryſopras iſt etwas bläſſer und ſehr weich, und wird von vielen für eine Abänderung des Chryſoliths gehalten.

Der orientaliſche Rubin widerſteht dem Feuer, ohne darinn etwas an Glanz, Geſtalt, Farbe oder Gewicht zu verlieren. Auch der Saphir, Topas, Smaragd und Chryſolith ſchmelzen nicht, aber der Saphir und Chryſolith verlieren im Feuer leicht ihre Farbe. Die übrigen Edelſteine ſchmelzen, und verlieren dadurch ihre Farben, bis auf den Granat, bey welchem ſie dadurch noch dunkler wird.

Eigenſchaften, verborgne, ſ. Qualitäten.

Eigenthümliche Schwere, eigne Schwere, ſ. Schwere, ſpecifiſche.

Einfallender Stral, Radius incidens, *Rayon incident*, heißt bey den Erklärungen der Brechung und Zurückwerfung des Lichts derjenige Lichtſtral, welcher auf eine brechende oder zurückwerfende Fläche fällt, wie SC (Taf. I. Fig. 13.) und AG (Taf. IV. Fig. 62.).

Einfallsloth, Neigungsloth, Cathetus incidentiae, *Axe d' incidence*. Eine auf der brechenden oder zurückwerfenden Fläche BCDE (Taf. I. Fig. 13.) lothrecht ſtehende Linie RCH, durch den Einfallspunkt C gezogen.

Wenn die Fläche ſphäriſch, oder ein Stück einer Kugelfläche iſt, ſo geht das Einfallsloth jederzeit durch den Mittelpunkt der Kugel, weil alle auf die Tangentialflächen der Kugel lothrecht ſtehende Linien den Mittelpunkt treffen.

Einige katoptriſche Schriftſteller verſtehen unter dem Worte Cathetus incidentiae bey der Zurückwerfung dasjenige Loth, welches aus dem ſtralenden Punkte auf die zurückwerfende Fläche oder deren Verlängerung gefällt werden kan, wie ACI (Taf. IV. Fig. 62.). Es iſt aber zu Verhütung eines Mißverſtändniſſes beſſer, bey jener Bedeutung des Worts zu bleiben, welche der Brechung und Zurückwerfung gemeinſchaftlich iſt.

Einfallspunkt, Punctum incidentiae, *Point d'incidence*. Der Punkt, in welchem der einfallende Stral die brechende oder zurückwerfende Fläche trift, wie C (Taf. I. Fig. 13.) und G (Taf. IV. Fig. 62.).

Einfallsſinus, Sinus anguli incidentiae, *Sinus de l' angle d' incidence*. So nennt man bisweilen der Kürze halber den Sinus des Einfallswinkels SCR (Taf. I. Fig. 13.), welcher bey der Brechung durch einerley Mittel mit dem Sinus des Brechungswinkels KCH in einem beſtändigen Verhältniſſe ſteht, ſ. Brechung der Lichtſtralen.

Einfallswinkel, Angulus incidentiae, *Angle d'incidence.* Der Winkel SCR (Taf. I. Fig. 13 ingleichen Taf. IV. Fig. 71.), welchen bey der Brechung und Zurückwerfung der Lichtſtralen der einfallende Stral SC mit dem Einfallslothe RC macht. Ich folge hier dem Sprachgebrauche der meiſten und beſten Schriftſteller, unter andern Newtons (Opt. L. I. Def. 4.). Manche nennen ihn auch den Neigungswinkel.

Einige optiſche Schriftſteller verſtehen unter den Worten Einfallswinkel und Neigungswinkel das Complement des vorigen, oder den Winkel SCA, den der einfallende Stral mit der brechenden oder zurückwerfenden Fläche ſelbſt macht. Ich könnte auch Schriften anführen, in welchen beyde Worte bald in der einen, bald in der andern Bedeutung genommen werden. Dieſe Sorgloſigkeit kan doch wenigſtens Anfänger verwirren. Man ſollte daher unter Einfallswinkel jederzeit SCR verſtehen, und SCA den Winkel des einfallenden Strals mit der Fläche DA nennen.

Einklang, Uniſonus, Toni uniſoni, *Uniſon.* Das Zuſammenſchallen zweener gleichen Töne, die in gleichen Zeiten gleich viele Schwingungen machen, oder deren keiner höher oder tiefer, als der andere, iſt.

Der Einklang entſteht alſo, wenn zween ſchallende Körper zu gleicher Zeit einerley Ton angeben. Dies geſchieht z. B., wenn zwo Saiten von einerley Materie gleich lang, gleich dick, und gleich ſtark geſpannt ſind; oder, wenn das, was etwa an der Länge oder Dicke der Gleichheit abgeht, durch die Spannung erſetzt wird, d. h. überhaupt, wenn ſie gleich geſtimmt ſind.

Wenn dabey gleich die Anzahl der Schwingungen übereintrift, ſo unterſcheidet das Ohr doch noch andere Eigenſchaften, z. B. Stärke und Schwäche, Härte und Weiche der Töne. Wenn gleich eine Glocke und eine Violine zu gleicher Zeit einerley Ton angeben, ſo wird dennoch das Ohr beyde Töne wohl unterſcheiden.

Wenn von zween gleich geſtimmten Körpern der eine ſeinen Ton angiebt, ſo ſchallt der andere von ſelbſt mit, ſ. Reſonanz.

Eintritt, Immerſio, *Immerſion*. So heißt in der Sternkunde der Augenblick, in welchem bey Verfinſterungen oder Bedeckungen ein Geſtirn von dem Schatten oder von dem Rande des bedeckenden Körpers zuerſt erreicht wird. Der Augenblick, in welchem bey totalen Verfinſterungen ein Geſtirn, von dem vorher noch ein Theil ſichtbar war, gänzlich verſchwindet, heißt das Ende des Eintritts oder der gänzliche Eintritt (immerſio totalis).

Bey Durchgängen der Venus und des Merkurs durch die Sonnenſcheibe heißt Anfang des Eintritts der Augenblick, in welchem der vorangehende Rand des Planeten den Sonnenrand von außen berührt; Ende des Eintritts oder gänzlicher Eintritt der, in welchem der nachfolgende Rand den Sonnenrand von innen berühret, oder der Planet ſich zuerſt ganz in der Sonnenſcheibe zeigt, ſ. Finſterniſſe, Bedeckungen, Durchgänge.

Eis, Glacies, *Glace*. Ein feſter Körper, in den ſich das Waſſer verwandlet, wenn es einem beſtimmten Grade der Kälte ausgeſetzt wird; ein gefrornes Waſſer. Zwar gehen die meiſten flüßigen Materien bey einem beſtimmten Grade der Temperatur in einen feſten Zuſtand über, in welchem man ſie Eis nennen könnte; es wird aber doch der Name Eis eigentlich nur von demjenigen feſten Körper gebraucht, in den ſich das Waſſer verwandlet, ſ. Gefrierung.

Da das Eis wieder Waſſer wird, wenn die Kälte nachläſt, oder die Temperatur wärmer iſt, als zu Entſtehung und Unterhaltung des feſten Zuſtands nöthig wäre, ſo ſieht man wohl, daß das Eis kein anderer Körper, als das Waſſer ſelbſt, ſey. Die Flüßigkeit und Feſtigkeit ſind alſo nur verſchiedene Zuſtände eines und ebendeſſelben Körpers, der im flüßigen Zuſtande Waſſer, im feſten Eis heißt.

Die Phänomene der Entſtehung und Zerſchmelzung des Eiſes und die Eigenſchaften deſſelben hat Herr von Mairan (Diſſ. ſur la glace, à Paris 1735. 8, und ſtark vermehrt 1749. 8. Des Hrn. v. Mairan Abhandlung von dem Eiſe, aus d. Franzöſ. Leipzig 1752. 8.) mit der größten Aufmerkſamkeit unterſucht und beſchrieben. Ich werde hier aus dieſem Werke zuerſt die Phänomene der Entſtehung, dann die Eigenſchaften des vollkommen gebildeten Eiſes, drittens die Erſcheinungen des Zerſchmelzens, und viertens die Entſtehung und Eigenſchaften des durch Salze bereiteten künſtlichen Eiſes anführen.

Um die Entſtehung des Eiſes genau zu beobachten, muß man Waſſer in großen Gefäßen von dünnem Glaſe einer zur Gefrierung hinreichenden Kälte ausſetzen. Dieſe Kälte aber muß auch nicht allzuheftig ſeyn, damit das Gefrieren nicht zu plötzlich geſchehe, und man die Phänomene genauer beobachten könne.

Man bemerkt hiebey anfänglich ein ſehr dünnes Eisblättchen auf der die Luft berührenden Oberfläche des Waſſers. Hierauf bilden ſich Eisfäden, welche aus den Wänden des Gefäßes hervorzugehen ſcheinen, und mit dieſen Wänden verſchiedene ſpitzige und ſtumpfe, ſehr ſelten rechte Winkel machen. An dieſe erſten Fäden hängen ſich andere unter eben ſo verſchiedenen Winkeln, an dieſe wieder neue u. ſ. f. Alle dieſe Fäden vervielfältigen ſich, und bilden endlich Eisblätter, welche an Anzahl und Stärke zunehmen, und zuletzt durch ihre Verbindung eine einzige feſte Maſſe ausmachen. Dies alles erfolgt deſto ſchneller und plötzlicher, je ſtärker die Kälte iſt.

Während der Entſtehung des Eiſes gehen Luftblaſen in ſehr großer Menge aus den Zwiſchenräumen des Waſſers hervor; ſie ſind deſto kleiner und zahlreicher, je langſamer das Waſſer gefriert. Dieſe kleinen Luftblaſen ſammlen ſich nach der Seite zu, wo das Gefrieren ſpäter erfolgt, weil ſie daſelbſt weniger Zuſammendrückung leiden, und bilden oft große Blaſen, die bisweilen 2—3 Linien im Durchmeſſer haben. Sie ſind gewöhnlich viel größer in der Mitte und an der Axe des Gefäßes, als am Rande und an

der Oberfläche. Wenn das Waſſer langſam gefriert, ſo hat ein großer Theil dieſer Luftblaſen Zeit herauszugehen; bey einem plötzlichen Froſte aber wird der Ausgang zu ſchnell verſperrt, und es bleiben die meiſten derſelben im Eiſe zurück. Es entſtehen auch immer mehr Luftblaſen, je mehr das Gefrieren zunimmt; dieſe ſammlen ſich bisweilen, nachdem die obere Eisrinde ſchon gebildet iſt, ſprengen dieſe Rinde entzwey, und machen, daß das Eis Riſſe nach mancherley Richtungen bekömmt. Eben dieſer Druck der eingeſchloßnen elaſtiſchen Luft macht gewöhnlich die Oberfläche des Eiſes in der Mitte erhabner, als am Rande, wenn es nicht aufgeſprungen iſt.

Dieſe Luftblaſen und Riſſe, welche unter ſo ſehr verſchiedner Größe im Eiſe, beſonders im plötzlich gefrornen, zurückbleiben, benehmen der ganzen Maſſe ihre Durchſichtigkeit, obgleich dünne Stückchen Eis mehrentheils durchſichtig ſind. Auch iſt ein langſam entſtandenes Eis an der Oberfläche bis auf einige Linien Tiefe faſt immer durchſichtig, und verliert dieſe Eigenſchaft erſt an den Stellen, wo ſich die Luftblaſen mehr häufen. Man erhält nach **Mairan** u. a. ein gleichförmigeres und durchſichtigeres Eis, wenn man das Waſſer vor dem Gefrieren von der darinn befindlichen Luft reiniget, welches entweder durch Kochen, oder mit der Luftpumpe geſchehen kan, ob man gleich bey aller Sorgfalt nie im Stande iſt, ein Eis ohne alle Blaſen hervorzubringen. Hr. **Lichtenberg** hingegen (Anm. zu Erxlebens Anfangsgr. der Naturl. §. 426.) führt an, er habe am 30 Dec. 1783, bey einer großen Kälte, Waſſer, das ſowohl durch Kochen als Auspumpen von Luft ſo weit gereiniget worden, als ihm mit einem ſehr guten Inſtrumente möglich geweſen, im Vacuo frieren laſſen, dabey aber ſtatt eines durchſichtigen Eiſes faſt einen bloßen Schaum erhalten, ja es ſey die ganze Maſſe durch eine große Blaſe von einer Seite des Gefäßes bis zur andern getheilt geweſen.

Indem das Waſſer dem Gefrieren nahe kömmt, beſonders aber im Augenblicke des Gefrierens ſelbſt und noch eine Zeitlang nach demſelben, nimmt ſein Volumen be-

trächtlich zu. Wenn man Waſſer in einer langen Röhre dem Froſte ausſetzet, und den Punkt bemerkt, bis an den ſeine Oberfläche reicht, ſo ſieht man deutlich, daß ſich das Waſſer anfänglich durch die Kälte zuſammenzieht, nahe beym Punkte des Gefrierens aber eine kleine Zeit ſtill ſteht, und dann, indem es zu Eis wird, ſich ſehr ſchnell und ſtark ausdehnet. Dieſe Ausdehnung des Waſſers beym Gefrieren erklärt ſehr leicht, warum die Gefäße zerſpringen, worinn Waſſer plötzlich gefriert, beſonders, wenn ſie enge Oeffnungen haben, und nicht ſtark genug ſind, der Ausbreitung des Eiſes zu widerſtehen. Aus eben dieſer Urſache hebt der Froſt bisweilen Schwellen und Pflaſter in die Höhe, zerſprengt oft mit einem heftigen Knalle Steine, Bäume, und die Röhren der Waſſerleitungen, die man daher ſorgfältig vor dem Froſte bewahren, oder bey ſtrenger Kälte ausleeren muß.

Die Gewalt, mit welcher das entſtehende Eis auf die Zerſprengung der Körper wirkt, die es eingeſchloſſen halten, iſt erſtaunenswürdig. Huygens hat hierüber einen berühmt gewordenen Verſuch angeſtellt. Er füllte im Jahre 1667 ein eiſernes Rohr, einen Finger dick, mit Waſſer, verſchloß es ſehr genau an beyden Enden, ſetzte es einem ſtarken Froſte aus, und fand es nach zwölf Stunden an zween Orten zerſprungen. Alſo hat in dieſem Falle das gefrierende Waſſer ſo viel Kraft, als das entzündete Schießpulver, und allem Anſehen nach weit mehr, als die aufs ſtärkſte zuſammengedrückte Luft in den Windbüchſen. Buot (Hiſt. de l'academ. roy. des Sc. 1670.) hat dieſen Verſuch mit gleichem Erfolge wiederholet. Noch vollſtändiger ſind die Verſuche hierüber von der Akademie del Cimento zu Florenz ausgeführt worden (Tentamina experimentorum natur. captorum in academia del cim. ed. *Petr. van Muſſchenbroek*, Lugd. Bat. 1731. 4.). Unter vielen Gefäßen von Glas und von verſchiedenen Metallen, die meiſtens Kugeln oder Sphäroide und ſehr dick waren, und alle zerſprangen, war auch eines von Kupfer, bey welchem Muſſchenbroek die zu ſeiner Zerſprengung nöthige Kraft auf 27720 Pfund berechnet.

Mairan giebt von dieſer Ausdehnung des Waſſers beym Gefrieren drey Urſachen an, deren erſte die Menge der darinn entſtehenden ſichtbaren Luftblaſen iſt. Er glaubt, im flüßigen Waſſer ſey die Luft in viel feinere Theilchen geſondert, die ſich in den Zwiſchenräumen des Waſſers aufhalten könnten, und in dieſem Zuſtande ihrer Elaſticität gröſtentheils beraubt wären; dieſe ſammlen ſich nach ihm beym Gefrieren in größere Blaſen, welche nicht allein aus den Zwiſchenräumen des Waſſers heraustreten, und dadurch mehr Raum leer laſſen, ſondern auch wegen ihrer Elaſticität das Ganze mehr auseinander treiben. Er führt hiebey einen von ihm wiederholten Verſuch des Huygens (Journal des ſav. 25 Juillet 1672.) und Boyle (Philoſ. Trans. no. 62.) an, daß das Waſſer durchs Auspumpen gereiniget ſeine ſpecifiſche Schwere nicht ändere, daher die große Menge der darinn enthaltenen Luft ſein Volumen nicht merklich vergrößern könne. Hr. Lichtenberg (Anm. zu Erxlebens Naturl. §. 426.) hält es für unwiderſprechlich, daß die im Waſſer eingeſchloßne Luft einen Antheil an dieſer Ausdehnung habe; daß der Luft aber alles hiebey zuzuſchreiben ſey, iſt ihm deswegen zweifelhaft, weil bey ſeinem Verſuche am 30 Dec. 1783 das ſo ſorgfältig von Luft gereinigte Waſſer beym Gefrieren im Vacuo dennoch das Gefäß zerſprengte, und einen Schaum voller Blaſen bildete.

Die zwote Urſache dieſer Ausdehnung findet Mairan in der veränderten Lage der Beſtandtheile des Körpers gegen einander, durch das Herausgehen der Luft. Er erklärt in dieſem Abſchnitte alles mechaniſch, und ſtellt ſich die Theile des Waſſers als Sphäroide, die Theile der Luft als Stahlfedern vor, die ſich im flüßigen Zuſtande um die Sphäroide winden, beym Gefrieren aber lostrennen, und die Waſſertheilchen von einander entfernt halten. Da die Erfahrung hierüber gänzlich ſchweigt, ſo heißt dies wohl eher träumen, als erklären.

Die dritte Urſache ſetzt er in das Beſtreben, welches die gefrierenden Waſſertheilchen ſo deutlich zeigen, ſich als Fäden unter Nebenwinkeln von 60° und 120° an einander

zu legen. Man kan dieſe Eigenſchaft an den gefrornen Fenſterſcheiben, und überall, wo Eis in dünnen Blättern entſteht, gar nicht verkennen, wenn man eine nach dem Winkel von 60° ausgeſchnittene Pappe auf die Winkel der Eisfiguren legt. Auch in runden Gefäßen machen die entſtehenden Eisfäden mit den Wänden der Gefäße eben dieſen Winkel. Eis von laugenartigen oder urinöſen Materien giebt ihn am beſtändigſten und deutlichſten. Hiemit ſcheinen offenbar auch die ſechseckigten Schneefiguren in Verbindung zu ſtehen, ſ. **Schnee.** Aus dieſem Beſtreben nun, welches durch die Erfahrung hinlänglich dargethan iſt, folgt eine Ausbreitung oder Anſchwellung des gefrierenden Waſſers darum, weil längliche Theile oder kleine Fäden, die ſich unter irgend einem Winkel an einander hängen, nothwendig Ausdehnung nach der Gegend, nach welcher ein Schenkel dieſes Winkels vom andern ab liegt, verurſachen müſſen. Dieſe Urſache hält **Mairan** für die ſtärkſte unter allen angegebnen, und ſetzt hinzu, in großen Waſſermaſſen würde ſie durch die Nähe der Theilchen an einander ſehr eingeſchränkt; im Schnee hingegen wirke ſie mit voller Freyheit, und ſey daher auch der Grund der großen Lockerkeit des Schnees, der oft mehr als 12mal ſo viel Raum einnimmt, als das Waſſer, in das er zerfließt.

Die alte Meinung, daß abgeſottenes Waſſer eher, als ungekochtes, gefriere, hat ſich nach **Mariotte's**, **Peraults** und **Mairans** Verſuchen nicht beſtätiget. **Plinius** (Hiſt. nat. L. XXXI. c. 3.) führt an, daß ſich Nero des abgekochten Waſſers (decoctum Neronis) bedient habe, um es in einem mit Schnee umlegten Gefäße kälter zu machen, als Waſſer ſonſt gewöhnlich werde, wobey es doch nichts von der vermeinten Schädlichkeit des Schnees an ſich genommen habe. Es iſt aber hierinn zwiſchen gekochtem und ungekochtem Waſſer gar kein Unterſchied.

Eben ſo falſch iſt das alte ſehr gemeine Vorurtheil, daß das Eis in den Flüſſen auf dem Grunde entſtehe, und erſt in der Folge unter der Geſtalt der großen Schollen, die man **Grundeis** nennt, in die Höhe komme. Es iſt

natürlich, daß das Waſſer an der Oberfläche, wo es die kältere Luft berührt, am erſten ſeine Wärme verlieren und ſich in Eis verwandlen muß, und die an ſolchen Eisſchollen befindlichen Spuren von Erde und Sand zeigen nicht Entſtehung am Boden, ſondern am Ufer an. Nollet (Hiſt. de l' acad. roy. des ſc. 1743.) hat ſich die Mühe gegeben, dies ſehr genau zu unterſuchen, weil Hales in ſeiner Statik der Gewächſe dem gemeinen Vorurtheile gefolgt war.

Die ſtehenden Gewäſſer gefrieren eher, als die flieſſenden; auch gefriert jeder Fluß an den Ufern früher, als in der Mitte, wo der Strom am ſchnellſten iſt.

Dennoch ſcheint eine vollkommene Ruhe des Waſſers und der daſſelbe berührenden Körper eine ganz entgegengeſetzte Wirkung zu thun, und das Gefrieren zu verhindern, wenn gleich das Waſſer weit kälter iſt, als ſonſt zum Gefrieren deſſelben erfordert wird. Fahrenheit (Phil. Trans. 1724. no. 382.) hat dies zuerſt bemerkt. Er ſetzte eine zur Hälfte mit Waſſer gefüllte, übrigens luftleere Kugel am 2 März 1721 einer Kälte aus, welche nach ſeinem Thermometer 15 Grad (d. i. nach Reaumur 7 Grad unter dem Eispunkte) betrug, und fand es noch am andern Morgen flüßig, obgleich die Kälte auf einerley Grade geblieben war. Er brach nun die Spitze ab, in welche die Kugel beym Zuſchmelzen ausgezogen war, und ſahe das Waſſer augenblicklich mit kleinen Eisſplittern vermiſcht, woraus er anfänglich ſchloß, der Mangel der Luft habe das Gefrieren verhindert. Bey wiederholten Verſuchen aber lehrte ihn ein Zufall, daß vielmehr die Ruhe das Gefrieren hindere, und eine kleine Bewegung hinreichend ſey, ein ſo ſtark erkältetes Waſſer in Eis zu verwandlen. Er ſtieß mit dem Fuße an, als er eine ſolche Kugel in der Hand trug, und ſogleich war das ganze Waſſer mit Eisſplittern vermiſcht. „Hoc caſu fortuito, ſagt er, edocebar, glaciem in aqua ſatis frigida agitatione produci poſſe, „ſimulque judicii errorem agnoſcebam, quod nempe abſentiae aëris fluiditatem aquae attribuiſſem.“ Er bemerkt, es ſeyen dieſe Eisſplitter eine Zeitlang mit dem

klaren Waſſer vermiſcht geblieben, und die ganze Maſſe habe wie ein Anſchießen von Salzen ausgeſehen; auch habe ſein Thermometer, in dieſes Gemiſch von Eis und Waſſer gebracht, allezeit 32 Grad oder den wahren Eispunkt gezeigt, obgleich das Waſſer vorher kälter geweſen ſey.

Martin Triewald, Maſchinendirector des Königs in Schweden, beſtätiget eben dieſes in einem Briefe an Sloane (Philoſ. Trans. no. 418.). Er nahm am 15 Dec. 1729 eine lange Flaſche mit Waſſer, worinn ſich Carteſianiſche Männchen befanden, bey ſtarker Kälte von einem Geſtell herab, und fand das Waſſer vollkommen flüßig; als er aber mit der Hand auf die Blaſe über der Oefnung drückte, verwandlete es ſich in Zeit von einer Secunde in Eis. Auch Muſſchenbroek hat dieſe Verſuche mit Waſſer in wohl verſtopften Flaſchen wiederholt, welches die Nacht über einen ſtarken Froſt aushielt, ſobald er aber den Stöpſel abzog, ſich binnen einer Minute mit Eisblättern anfüllete. Mairan führt eine Nachricht von Micheli an, daß das Waſſer in ſtiller Luft eine Kälte von 5 reaumuriſchen Graden unter dem Eispunkte aushalte, aber bey Berührung der Oberfläche mit einem in Schnee geriebnen eiſernen Drathe Eisſplitter bilde, wobey ein darinn ſtehendes Thermometer ſogleich bis auf den Eispunkt ſteige. Mairan ſelbſt hat eine ganze Reihe von Verſuchen hierüber angeſtellt, wobey Waſſer, über deſſen Oberfläche Baumöl gegoſſen war, bey einer Kälte von 5 Graden unter dem Eispunkte nicht gefror, bis er mit einem Schlüſſel an das Gefäß klopfte, da denn nach 12—15 Schlägen das ganze Waſſer mit Eisſchiefern vermengt ward, und nach weggenommenem Baumöl ſich völlig in Eis verwandlete. Das darein geſenkte Thermometer ſtieg während dieſer Zeit, und die entſtandnen Eisſplitter, in anderes Waſſer geworfen, ſchwammen auf demſelben. Herr Brugmanns zu Gröningen hat ſogar gefunden, daß das Waſſer, ohne zu gefrieren, zuweilen eine Kälte von — 11,7 Reaumuriſchen (+ 5, 7 Fahrenheitiſchen) Graden aushält (ſ. *van Swinden* Obſerv. ſur le froid rigoureux de

1776. Amſt. 1788. gr. 8.). Ein ähnliches Phänomen zeigt ſich auch bey geſchmolzenem Fette, welches in der Ruhe flüßig bleibt, und bey einiger Bewegung plötzlich gerinnt.

Das entſtandene Eis ſelbſt iſt, wie man ſchon aus der Ausdehnung des Waſſers beym Gefrieren vermuthen kan, ſpecifiſch leichter, als das Waſſer; daher auch losgeriſſene Eisſchollen auf dem Waſſer ſchwimmen. Man ſetzt insgemein das Verhältniß der ſpecifiſchen Schweren des Waſſers und Eiſes, wie 1000 zu 916, oder wie 9 zu 8; allein es findet ſich hiebey viel Verſchiedenheit, je nachdem die Luft in größerer oder geringerer Menge aus dem Eiſe gegangen, und in kleinern oder größern Blaſen durch daſſelbe vertheilt iſt. Mairan und andere nach ihm haben bemerkt, daß ſelbſt nach der Entſtehung des Eiſes ſein Volumen noch zunehme, und ſeine ſpecifiſche Schwere daher vermindert werde. Er leitet dieſe zunehmende Ausdehnung von der Vereinigung mehrerer kleiner Luftbläschen zu größeren her, wodurch ihre ſpecifiſche Elaſticität vermehrt werde. Ein Bläschen von 1 Linie Durchmeſſer wuchs nach ſeiner Bemerkung in wenigen Tagen zu mehr als $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmeſſer an. Er erklärt aus dieſer zunehmenden Ausdehnung das Krachen, welches man bisweilen auf großen gefrornen Seen oder Teichen hört, wobey das Eis durch den Druck der Theile gegen einander aufſpringt und Riſſe bekömmt, die ſich bisweilen ſehr weit erſtrecken. Er ließ im Jahre 1740 ein Stück Eis, deſſen ſpecifiſche Schwere $\frac{13}{14}$ von der Schwere des Waſſers betrug, acht Tage lang im Froſte ſtehen, und fand hierauf die ſpecifiſche Schwere $\frac{11}{12}$ von der des Waſſers, woraus leicht zu berechnen iſt, daß ſich das Volumen deſſelben während dieſer acht Tage noch um $\frac{1}{78}$ vergrößert hatte.

Die Feſtigkeit des Eiſes bey uns iſt deſto größer, je dichter es iſt, und je weniger Luft es in ſich hat. Das Eis der kältern Nordländer iſt allezeit weit feſter und härter, als das unſrige, und läſt ſich kaum mit dem Hammer zerſchlagen. In dem ſehr ſtrengen Winter des Jahres 1740 baute man in Petersburg ein Palais von Eiſe aus der Neva,

welches 52½ Fuß lang, 16½ breit, und 20 Fuß hoch war, ohne daß durch die Laſt der obern Theile und des Daches, welches gleichfalls von Eis war, das Unterſte des Gebäudes im geringſten wäre beſchädiget worden. Die Eisblöcke aus dem Fluſſe wurden mit Fleiß zugehauen, verziert, und nach den Regeln der ſchönſten Baukunſt an einander geſetzt. Vor dem Gebäude ſtanden ſechs Canonen von Eis, die auf der Drehbank gemacht waren, mit ihren Lafetten und Rädern ebenfalls von Eis, nebſt zween Mörſern, die nach eben den Verhältniſſen, wie die gegoſſenen, gearbeitet waren. Die Canonen hatten die Größe der Sechspfünder, die gewöhnlich mit 3 Pfund Pulver geladen werden. Man lud ſie aber nur mit ¼ Pfund, und brachte eine Kugel von geſtopftem Hanf, bisweilen auch eine eiſerne, hinein. Die Kugel durchbohrte ein zween Zoll dickes Bret in der Entfernung von 60 Schritten. Das Eis der Canone konnte nach den gewöhnlichen Verhältniſſen nicht viel über 3 bis 4 Zoll dick ſeyn; demohnerachtet widerſtand es der Gewalt einer heftigen Exploſion. Olaus Magnus (Hiſt. de gentibus ſeptentrional. L. II. c. 25.) redet von Bollwerken und Verſchanzungen aus Eis als von einer bey den mitternächtlichen Völkern gewöhnlichen Sache. Obgleich das Zeugniß dieſes Schriftſtellers nicht über alle Einwendungen erhaben iſt, ſo liegt doch hierinn wenigſtens nichts unmögliches.

Die Feſtigkeit des Eiſes wird dadurch, daß es vom Waſſer getragen wird, noch mehr verſtärkt. Daher trägt eine Eisrinde von mäßiger Dicke ſehr anſehnliche Laſten. Als in dem harten Froſte vom Jahre 1683 die königliche Societät zu London die Dicke des Eiſes in der Themſe meſſen ließ, zu einer Zeit, da man mit Wagen darüber fuhr, ward dieſelbe doch nur 11 Zoll gefunden. Es gehört aber hiezu nicht allein die nöthige Dicke, ſondern auch ein beträchtlicher Umfang der Eisfläche, und eine gänzliche Abweſenheit aller Riſſe und Spalten, die das Eis gleichſam in einzelne Schollen zertrennen. Eine Eisfläche von 1 Schuh Dicke kan wohl eine ganze Armee tragen, aber eine einzelne Eisſcholle von gleicher Dicke und 70 Quadrat-

toiſen Fläche trägt nicht 100 Mann, ohne unterzuſinken. Denn rechnet man auf jeden Mann 160 Pfund Gewicht, ſo iſt die ganze Laſt 16000 Pf.; das Gewicht des von der Eisſcholle aus der Stelle getriebnen Waſſers aber übertrift das Gewicht der Eisſcholle ſelbſt (wenn man die ſpecifiſchen Schweren des Waſſers und Eiſes, wie 12 : 11 ſetzt, und den Cubikſchuh Waſſer 72 Pfund ſchwer nimmt) nur um 15120 Pfund. Man muß daher, wenn man auf die Feſtigkeit des Eiſes zu Tragung von Laſten rechnen will, von dem ununterbrochnen Fortgange deſſelben ohne Riſſe und Spalten verſichert ſeyn.

Die Temperatur des Eiſes bey ſeiner Entſtehung iſt ſo beſtimmt, daß ſogar das Waſſer, wenn es kälter iſt, als dieſer beſtimmte Grad, im Augenblicke des Gefrierens etwas von ſeiner Kälte verlieren muß, wie dies durch die oben angeführten Verſuche vollkommen beſtätiget wird. Dieſe Temperatur des gefrierenden Waſſers iſt mit der Temperatur des zergehenden Eiſes einerley, und wird als ein feſter oder unveränderlicher Punkt unter dem Namen des Eispunkts oder Gefrierpunkts bey der Eintheilung der Thermometerſcalen zum Grunde gelegt, ſ. Thermometer.

Wenn aber das Eis einmal entſtanden iſt, ſo nimmt es in kälterer Luft, oder überhaupt durch Berührung anderer kältern Körper, ſehr leicht größere Grade der Kälte an. Doch zeigt ſich hierinn eine große Verſchiedenheit, und die Temperaturen des Eiſes und der Atmoſphäre ändern ſich nicht allezeit übereinſtimmend.

Das Eis iſt gewöhnlich weniger durchſichtig und weißlicher, als das Waſſer. Beydes kömmt wohl von den darinn enthaltenen Luftblaſen und kleinen Riſſen her, die man durch das Vergrößerungsglas häufig bemerkt, und welche die Menge der Reflexionen und Brechungen des Lichts vermehren. Die äußere Rinde des Eiſes iſt, vielleicht wegen der ungleichen Lage ihrer Theile, welche hier ihre Stellung beym Gefrieren mit der gröſten Freyheit ändern können, am undurchſichtigſten. Das Innere iſt durchſichtiger und von lebhafterm Glanze.

In Grönland und den meiſten nordiſchen Meeren hat das Eis eine bläulichgrüne Farbe, und ſieht, von unten auf durch das Waſſer betrachtet, grün aus.

Das Eis bricht die Lichtſtralen um etwas geringes weniger, als das Waſſer; linſenförmige Stücken von reinem dichten Eiſe, die man in einem Gefäße von dieſer Geſtalt hat gefrieren laſſen, und deren Oberfläche man mit ein wenig laulichem Waſſer polirt, laſſen genug Sonnenlicht durch, um alle Wirkungen eines Brennglaſes zu thun.

Obgleich das Eis ein feſter Körper iſt, ſo dünſtet es doch noch ſtärker aus, als das Waſſer ſelbſt. Um ſich hievon zu überzeugen, darf man nur einige ſcharfe und ſpitzige Stücken Eis an die Luft ſetzen, und man wird, ſelbſt bey der gröſten Kälte, ihre Spitzen und ſcharfen Kanten bald abgeſtumpft, und ihr Gewicht vermindert finden. Mairan fand im Jahre 1716, daß ein Stück Eis, dem Nordwinde ausgeſetzt, binnen 24 Stunden den fünften Theil ſeines Gewichts verlohren hatte. Gauteron, ein Arzt in Montpellier (Mém. de l'acad. de Paris. 1709. p. 451. ſq.), ſetzte am 12 Dec. 1708 eine Unze Waſſer dem Froſte aus, und fand das Eis am andern Morgen um 24 Gran leichter. Ein andermal verlohr eine Unze ſehr dichtes Eis in 24 Stunden über 100 Gran von ihrem Gewichte, welches faſt den vierten Theil deſſelben beträgt. Er ſetzt hinzu, bey großem Froſt und Winde ſey dieſe Ausdünſtung größer, als bey ſtillem Wetter und geringerer Kälte. Was den Wind betrift, ſo befördert dieſer die Ausdünſtung allezeit; in Abſicht auf die Kälte aber iſt nach Wallerius nur im Augenblicke der Entſtehung des Eiſes die Ausdünſtung deſto ſtärker, je größer die Kälte iſt.

Mairan erklärt dieſe ſtarke Ausdünſtung des Eiſes aus der Structur deſſelben, vermöge welcher es der Luft eine weit rauhere, und daher mehr Berührungspunkte verſtattende Oberfläche, darbietet. Man kan noch hinzuſetzen, daß bey uns ſtarke Fröſte gewöhnlich mit Nord- und Oſtwinden begleitet ſind, welche eine trockne und ſtark auflö-

ſende Luft herbeyführen, auch ſchon wegen der Bewegung der Luft die Ausdünſtung begünſtigen.

Das Zergehen oder Aufthauen des Eiſes geht weit langſamer von ſtatten, als die Entſtehung deſſelben. Obgleich eigentlich nichts weiter dazu erfordert wird, als eine Temperatur, welche etwas weniges über den Eispunkt ſteigt, ſo giebt es doch, nach Muſſchenbroeks und anderer Beobachtungen, Fälle, wo eine um mehrere Grade höhere Temperatur der Luft das Eis nicht zu ſchmelzen vermag.

Das Eis zergeht deſto ſchneller, je dichter der wärmere Körper iſt, der es berührt. So ſchmelzt es eher in Waſſer, deſſen Temperatur nur einen Grad über den Eispunkt beträgt, als an warmer Luft; eher auf einem ſilbernen Teller, als auf der flachen Hand.

Die Luft bringt daher große Eismaſſen nur ſehr langſam zum Schmelzen. Darauf beruhet zum Theil die Erfindung der Eisgruben, und die Erklärung des beſtändigen Eiſes auf den hohen Bergen und in den Polarländern.

Man bemerkt bey dem Zergehen des Eiſes anfänglich eine Art von Schwitzen auf der Oberfläche, dadurch es trüber und undurchſichtiger wird; dies ſind eigentlich viele Waſſertröpfchen, die das Licht verſchiedentlich zurückwerfen. Dieſe Tröpfchen bilden durch ihre Vereinigung kleine Adern oder herabrinnende Bäche von Waſſer, welche gleichſam Furchen oder Vertiefungen in das Eis eingraben. Wenn die Kälte ſchnell abfällt, ſo erhält die Oberfläche des Eiſes eine ſehr ſchöne Politur, weil das häufig ablaufende Waſſer alle Unebenheiten wegnimmt. Die Eisfäden, mit welchen das Gefrieren anfieng, erhalten ſich gemeiniglich am längſten, wie man beſonders an aufthauenden dünnen Eisſcheiben ſehen kan. Und weil alſo ein Theil des Eiſes eher aufthauet, als der andere, ſo wird die ganze Maſſe, wenn ſie ringsumher der Luft ausgeſetzt iſt, zuletzt ein lockerer durchlöcherter Körper, der ſich mit leichter Mühe zuſammendrücken läſt. Uebrigens verweiſe ich wegen mehrerer hiemit zuſammenhängender Umſtände auf den Artikel: **Thauwetter.**

Salze, im Waſſer aufgelöſet, machen, daß daſſelbe ſpäter gefrieret, ob ſie gleich eine größere Kälte hervorbringen. Die Salze ſchmelzen auch das Eis, und machen es zugleich kälter; daher man durch ihre Hülfe ein Waſſer hervorbringen kan, das weit kälter, als der Eispunkt, und dennoch flüßig iſt. Faſt alle Salze ſind hiezu geſchickt, vor allen aber der Salmiak, Salpeter und das Kochſalz, durch deren Hülfe man ſogar im Sommer oder über dem Feuer eine Kälte hervorbringen kan, bey welcher Waſſer gefriert. Es wird von dieſem allen bey dem Worte: **Kälte, künſtliche**, umſtändlicher gehandlet werden.

So kan man **künſtliches Eis** erhalten, wenn man reines Waſſer in ſchicklichen Gefäßen ſolchen erkältenden Miſchungen ausſetzt. Auch durch die Ausdünſtung laſſen ſich Grade der Kälte hervorbringen, welche den zum Gefrieren des Waſſers nöthigen weit übertreffen.

Das mit Salz oder mit geiſtigen Liquoren vermiſchte Waſſer gefriert ſehr ſpät und nur bey ſehr beträchtlichen Graden der Kälte. Auch iſt das Eis deſſelben bey weitem nicht ſo feſt und compact, als das von reinem Waſſer. Es wird blättrig, und ſeine Theile ſind unterbrochen und getrennt durch die Theilchen des geiſtigen Liquors, der ſich von dem Waſſer ſondert, und gegen die Mitte des Gefäſſes concentriret. Eben dies geſchieht beym Salzwaſſer und bey dem mit Urin der Thiere vermiſchten. Vielleicht iſt auch daraus zu erklären, warum gefrornes Seewaſſer ſüß iſt, welches von einigen bezweifelte Phänomen Herr **Forſter** (Bemerkungen ꝛc. auf ſeiner Reiſe um die Welt, aus dem Engl. überſ. von Ge. **Forſter**, Leipz. 1783. 8. S. 59. u. f.) beſtätiget.

Dies ſind die vornehmſten Erſcheinungen und Eigenſchaften des Eiſes; die Meinungen der Naturforſcher über die Urſachen ſeiner Entſtehung, d. i. über die Verwandlung flüßiger Körper in feſte, durch die Kälte überhaupt, werden in dem Artikel: **Gefrierung**, eine ſchicklichere Stelle finden.

v. **Mairan** Abhandlung von dem Eiſe, aus dem Franz. Leipzig 1752. gr. 8.

Eiſen, Ferrum, *Fer.* Ein Metall von einer bläulich-dunkeln ins Graue fallenden Farbe. Es iſt unter allen Metallen am meiſten elaſtiſch, auch nach der Platina und dem Braunſteinkönige das ſchwerflüßigſte, ingleichen hat es den ſtärkſten Zuſammenhang ſeiner Theile. Ein Eiſendrath von $\frac{1}{10}$ Zoll Durchmeſſer hält, ohne zu reißen, ein Gewicht von 450 Pfund.

Nach dem Zinne iſt es das leichtſte unter den Metallen; die ſpecifiſche Schwere des Gußeiſens beträgt 7,100, die des geſchmiedeten 7,795 bis 8,000, wenn die Schwere des Waſſers = 1 geſetzt wird.

Das ganz reine Eiſen iſt ſo dehnbar, daß man nach Rinmanns Verſuchen (Bergmanns Anm. zu Scheffers chym. Vorleſ. S. 557.) ein Pfund auf eine ſchwediſche Meile lang ausziehen kan. Gemeiniglich aber hat es zwiſchen ſeinen Theilen eine Erde, die bey der Bereitung wegen der Schwerflüßigkeit nicht ganz zu Metall geworden iſt, und wodurch ſeine Dehnbarkeit ſehr vermindert wird.

Es iſt die einzige in der Natur bekannte Subſtanz, welche vom Magnet angezogen wird, und ſelbſt zu einem Magnet werden kan, ſ. **Magnet**. Verbindung mit Schwefel aber zerſtört ſeine magnetiſche Eigenſchaft.

Das Eiſen iſt ſehr zerſtörbar. Luft mit Waſſer vereint, verwandlet ſeine Oberfläche bald in **Roſt** oder Eiſenkalch, **Eiſenſafran**. Auch das bloße Waſſer wirkt darauf, ohne ihm ſein Phlogiſton zu entziehen, und zertrennt es in ſehr feine Theilchen. Auf dieſe Art wird der **Eiſenmohr** (Aethiops martialis) bereitet, ein in den feinſten Staub zertheiltes Eiſen.

Es widerſteht dem ſtärkſten Feuer der gewöhnlichen Oefen, ohne zu ſchmelzen, allein in ofnem Feuer verkalcht es ſich leicht zu einer röthlichen oder ſchwärzlichen Erde, dem **zuſammenziehenden Eiſenkalch** (Crocus martis adſtringens). In einer Hitze von 1050 Fahrenheitiſchen Graden wird es rothglühend. Wenn es bis zum recht glänzenden Weißglühen erhitzt iſt, ſo hat es das völlige

Anſehen eines brennenden Körpers; eine große Menge Funken ſprühen herum, und verbrennen mit einem Kniſtern. Dieſes Sprühen des glühenden Eiſens beym Hämmern nennt man **Schweißen**. In dephlogiſtiſirter Luft brennt es mit einer ſehr lebhaften Flamme. Es ſchmelzt endlich, bey 880 Grad Hitze nach Celſius Scale (bey + 1616 nach Fahrenheit). Im Brennraume großer Brenngläſer ſchmelzt es, giebt einen brennenden Rauch, und verglaſet ſich endlich zu einer ſchwärzlichen Schlacke. Die Funken beym Feuerſchlagen ſind glühende oder brennende Eiſentheilchen, und ſehen, auf einem Papiere aufgefangen, durch das Vergrößerungsglas eben ſolchen Schlacken ähnlich.

Verdünnte Vitriolſäure löſet das Eiſen ſehr leicht mit Hitze und Aufbrauſen auf, und entwickelt daraus ein **brennbares Gas**, ſ. Gas. Es entſteht aus dieſer Auflöſung durchs Abrauchen der **Eiſenvitriol, grüne Vitriol**, ein Salz mit einer metalliſchen Baſis, welches in grüne rhomboidaliſche Kryſtallen anſchießt. Die Eiſenvitriolauflöſung wird durch zuſammenziehende vegetabiliſche Stoffe, z. B. das Galläpfeldecoct, ſchwarz niedergeſchlagen, daher man ſie zur Dinte und zum Schwarzfärben gebraucht.

Die Salpeterſäure löſet das Eiſen mit großer Heftigkeit auf, und iſt ſchwer mit dieſem Metalle zu ſättigen. Sie hängt nemlich mit dem Eiſen ſtärker zuſammen, als mit dem Kalche deſſelben; daher ſie auch nach der Sättigung noch neues auflöſet, und dafür etwas von dem ſchon aufgelöſeten in Geſtalt eines Kalchs fallen läſt. Durch dieſe Auflöſung wird das ſalpeterartige Gas (*nitrous air*) in Geſtalt eines rothen Dampfs entbunden, deſſen Eigenſchaften ſo merkwürdig ſind, ſ. Gas, ſalpeterartiges. Wenig Eiſenfeile giebt in der Salpeterſäure eine grüne Auflöſung, aus der man durch gelinde Abdünſtung den **Eiſenſalpeter**, ein an der Luft zerfließendes Salz, erhält. Alkaliſche Feuchtigkeiten färben dieſe Auflöſung roth, und geben ruhig ſtehend einen baumähnlichen Anſchuß, **Lemerys Eiſenbaum**.

Auch die Salzſäure löſet das Eiſen auf, ohne ihm jedoch ſein Brennbares ſo wirkſam zu entziehen. Stahls Behauptung, daß man die Salzſäure durch Anfüllung mit dem Brennbaren des Eiſens in Salpeterſäure verwandlen könne, iſt durch die Verſuche des Düc d'Ayen (Mém. de Paris 1769.) falſch befunden worden. Das daraus entſtehende Eiſenſalz iſt im Weingeiſte auflöslich, und giebt dadurch die goldfarbene Eiſentinktur (tinctura martis aurea). Ohnerachtet es leicht zerfließt, ſchießt es doch ſtark eingedickt in kleine über einander gehäufte Nadeln an.

Die vegetabiliſchen Säuren wirken gleichfalls auf das Eiſen. Der radicale Eſſig löſet es auf, hängt aber damit ſo wenig zuſammen, daß man ihn rein abdeſtilliren kan, und das wiedererhaltene Eiſen noch vom Magnet gezogen wird. Die Weinſteinſäure giebt mit dem Eiſen den auflöslichen Eiſenweinſtein, der zerfloſſen die tartariſirte Eiſentinktur genannt wird. Hieher gehören auch die unter dem Namen der Eiſentinkturen bekannten Auflöſungen des Eiſens in Weinen und Obſtſäften. Die Luftſäure oder fixe Luft löſet das Eiſen ſehr leicht auf, daher durch das mit ihr imprägnirte Waſſer mit Eiſen vermiſcht die Stahlwaſſer nachgeahmt werden, ſ. Gas, mephitiſches, Geſundbrunnen. Ueberhaupt löſen alle bekannte Säuren das Eiſen, mehrentheils leicht, auf.

Die Eiſenauflöſungen in den mineraliſchen Säuren ſehen grün, wenn ſie aber geſättig ſind, gelb aus. Sie laſſen alsdann im Stehen eine gewiſſe Menge gelbliche Eiſenerde niederfallen, die man Ocher, Eiſenſafran, Eiſenkalch nennt, und welche ſich weit ſchwerer, als das Eiſen ſelbſt, auflöſen läſt.

Durch abſorbirende Erden und Laugenſalze erhält man das Eiſen daraus wieder. Das feuerbeſtändige Laugenſalz giebt hiebey, wenn es frey von Brennbarem iſt, einen roſtartigen, wenn es etwas Brennbares hat, einen olivengrünen, und wenn es mit Brennbarem geſättiget iſt, einen blauen Niederſchlag, das Berlinerblau.

Das Eiſen hat unter allen Metallen die meiſte Verwandtſchaft mit dem Schwefel; man kan es daher zu Abſonderung der meiſten Metalle von dem Schwefel durch die Schmelzung gebrauchen. Der Schwefel vermehrt auch die Schmelzbarkeit des Eiſens. Wird ein eiſerner Stab bis zum Weißglühen erhitzt, und eine Stange Schwefel an ſein Ende gebracht, ſo fließt es ſogleich in brennenden Tropfen. Fängt man dieſe in Waſſer auf, ſo findet man, daß ſie theils aus reinem Schwefel, theils aus Eiſen mit Schwefel vermiſcht, d. i. aus einem künſtlichen Schwefelkieſe beſtehen. Die Verwandtſchaft zwiſchen Eiſen und Schwefel iſt ſo groß, daß ſie ſich ſogar auf dem naſſen Wege auflöſen. Ein Teig aus Eiſenfeile und gleich viel Schwefel mit Waſſer bereitet, ſchwillt nach einiger Zeit auf, bekömmt Riſſe, erhitzt ſich, dampft und entzündet ſich zuletzt. Es trägt ſich hiebey eben das zu, was bey dem Verwittern und der Entzündung der Schwefelkieſe vorgeht, und woraus man die Entſtehung des unterirdiſchen Feuers erklärt, ſ. **Feuer unterirdiſches**. Was zurückbleibt, iſt ein Eiſenvitriol.

Das Eiſen verbindet ſich mit allen Metallen, nur das Bley und Queckſilber ausgenommen, mit welchen es ſich nur ſehr ſchwer vereinigen läſt.

Endlich iſt es eine der wichtigſten Eigenſchaften des Eiſens, daß es ſich mit mehrerm Brennbaren verbinden, und dadurch in Stahl, d. i. in eine Art von vollkommnerem und brauchbarerm Eiſen, verwandlen läſt, ſ. Stahl.

Man findet das Eiſen ſehr ſelten gediegen, doch kan jetzt das Daſeyn des gediegenen Eiſens nicht mehr geläugnet werden. Das große gegen 2000 Pfund ſchwere Stück Eiſen, das Pallas in Sibirien gefunden hat (Philoſoph. Trans. Vol. LXIV. S. 461.), wird doch von einigen wegen der anhängenden Schlacken für ein Product des Feuers gehalten. Man hat aber auch kleinere äſtige gewachſene Stücken Eiſen an einer granitartigen Gangart anhängend gefunden.

Deſto häufiger findet man eiſenhaltige Erden und Sand, die oft ſogar vom Magnete gezogen werden. Die Eiſenerze ſetzen ſich ſehr leicht aus ihrer Miſchung, daher findet man ſie oft unter einer erdigten, roſtigen gelblichen Geſtalt, unter dem Namen der See- oder Sumpferze (*Mines de marais, mines de fer limoneuſes*). Man findet überhaupt nicht leicht einen Sand, eine Erde, Stein u. dgl., worinn nicht etwas Eiſengehalt befindlich wäre. Der gemeine Eiſenſtein iſt gelbröthlich oder braun, wie der Eiſenroſt: außerdem hat man einen ſchwarzblauen, und einen weißen, der auch Stahlſtein heißt. Der Glaskopf, Blutſtein, das Magneterz, der Smirgel ſind beynahe ganz Eiſen, aber alle ſtrengflüßig und von ſchlechter Beſchaffenheit. Das ſchwarze Eiſenerz, beſonders das von der Inſel Elba, und das däniſche und ſchwediſche, wo das Eiſen mit einem mäßigen Theile Schwefel vererzt iſt, gehören unter die reichhaltigſten und beſten. Ganz vererzet findet ſich das Eiſen durch Schwefel in den Schwefelkieſen (gelben Eiſenkieſen), und durch Arſenik im Mißpickel (weißen Eiſenkies).

Weil die Eiſenſteine nur den Kalk des Metalls enthalten, ſo muß derſelbe durch Zuſatz des Brennbaren erſt reducirt werden, wodurch das Roheiſen erhalten wird, welches durch wiederholtes Glühen und Strecken unter den Eiſenhämmern erſt zu geſchmeidigem Stangeneiſen wird. Wenn es gut iſt, ſo muß es ſich kalt und glühend unter dem Hammer treiben laſſen, auch bis zum Schweißen geglüht ſich feſt vereinigen, welches Zuſammenſchweißen genannt wird. **Kaltbrüchig** heißt das Eiſen, wenn es ſich zwar glühend bearbeiten läſt, kalt aber unter dem Hammer ſpringt; **rothbrüchig**, wenn es auch glühend ſpringt. Das aus den Kieſen erhaltne Eiſen iſt allezeit rothbrüchig; beſſeres erhält man aus den Eiſenſteinen.

Das Eiſen iſt unſtreitig das nutzbarſte unter allen Metallen, welches faſt keine menſchliche Kunſt und Beſchäftigung entbehren kan; es wäre überflußig, die Anwendungen deſſelben, die ohnehin bekannt ſind, aufzuzählen. In der Arzneykunſt wird es als ein vortrefliches

ſtärkendes und toniſches Mittel gebraucht, welches beſonders auf die Faſern und Gefäße des Magens und der Gedärme wirkt; daher es in allen Krankheiten, welche von Erſchlaffung der Verdauungswerkzeuge herrühren, vortrefliche Dienſte leiſtet. Auch wirkt es unſtreitig in das Blut, in welchem ſich jederzeit Eiſentheile finden, ſ. **Blut.**

Macquer chym. Wörterb. Art. Eiſen, mit Hrn. Leonhardi Anm.

Eispunkt, Froſtpunkt, Gefrierpunkt, Punctum ſ. Terminus congelationis, *Terme de la congélation de l'eau.* Der feſte Punkt, der auf der Scale des Thermometers die Temperatur des gefrierenden Waſſers oder zergehenden Eiſes bezeichnet, ſ. Thermometer.

Eispunkt, künſtlicher, Punctum ſ. Terminus congelationis artificialis, *Terme de la congélation artiſicielle.* Der auf Fahrenheits Thermometerſcale mit Null bezeichnete Punkt, welcher die Temperatur einer Miſchung von Schnee und Salmiak angiebt, ſ. Thermometer, Kälte, **künſtliche.**

Eklipſen, ſ. Finſterniſſe.

Ekliptik, Sonnenbahn, Ecliptica, Orbita Solis annua, Circulus ſignifer, *Ecliptique.* Ein gröſter Kreis der Himmelskugel, welchen der Mittelpunkt der Sonne durch ſeine eigne Bewegung von Abend gegen Morgen, jährlich einmal zu durchlaufen ſcheint, der ſcheinbare jährliche Weg der Sonne. Dieſer Kreis iſt Taf. VI. Fig. 105. durch EL vorgeſtellt, wobey AQ den Aequator, P den Nordpol, Q den Südpol, PQ die Weltaxe, HR den Horizont bezeichnet. Da die Ekliptik unter die wichtigſten Kreiſe am Himmel gehört, und ihre Entdeckung ſehr alt ſeyn muß, ſo will ich hier die Spur, welche auf dieſelbe geführt hat, ſo viel möglich, zu verfolgen ſuchen.

Das erſte, was bey der Betrachtung des Himmels in die Augen fällt, iſt der Auf- und Untergang der Geſtirne, oder die tägliche Bewegung von Morgen gegen Abend, die allen Geſtirnen gemein iſt. Man muſte bald bemerken,

daß bey dieſer Bewegung alle Geſtirne Bogen beſchreiben, die unter einander ſelbſt und mit dem gröſten Kreiſe AQ parallel laufen. Man lernte hiedurch dieſen Kreis AQ, den **Aequator**, und die mit ihm parallelen täglichen Bogen oder Kreiſe der Geſtirne, die **Tagbogen** oder **Tagkreiſe**, kennen. Ein Geſtirn, das außer dieſer gemeinen Bewegung keine weitere hat, z. B. ein Fixſtern in L, beſchreibt alle Tage denſelben Tagkreis LT, und geht täglich in ebenderſelben Höhe HT durch den Mittagskreis HTPR.

Man muſte aber bald gewahr werden, daß die Sonne nicht alle Tage in gleicher Höhe durch den Mittagskreis gieng. In Babylon z. B., wo die alten Chaldäer ihre Beobachtungen anſtellten, war der Punkt des Aequators A, der im Mittage ſtand, 54° über den Horizont erhaben, oder der Bogen HA betrug 54°. Nun ſahe man die Sonne im Sommer in einer Höhe von 78°, oder bey T durch den Mittagskreis gehen, und alſo den Tagkreis LT beſchreiben. Im Herbſte hingegen gieng ſie bey A ſelbſt, im Winter bey E in der Höhe von 30° durch den Mittagskreis, daher ihr Tagkreis RE ſeyn muſte. Sie hob ſich darauf wieder, gieng im Frühling aufs neue bey A, und im Sommer bey T durch den Mittagskreis. Man fand bey genauerer Beobachtung, daß der höchſte und niedrigſte Tagkreis der Sonne, oder LT und RE, auf beyden Seiten gleich weit, etwa 24°, vom Aequator AQ abſtanden. Die Sonne ſchien ſich alſo gleichſam in Schraubengängen um die Erde zu winden, vollendete alle 24 St. einen Gang, und ſtieg dabey vom Sommer bis zum Winter von LT bis RE niederwärts, vom Winter bis zum Sommer aber von RE bis LT aufwärts.

Zugleich ward man gewahr, daß die Sonne täglich beyl andern Sternen ſtand, weil man bey ihrem Aufgange und Untergange täglich andere Sterne in ihrer Nachbarſchaft bemerkte. Man fand ſie im Sommer bey den Sternen des Krebſes, im Winter bey denen des Steinbocks, und die Vergleichung dieſer verſchiednen Stellen lehrte, daß ſie außer der gemeinen täglichen Bewegung noch eine

zweyte eigne habe, vermöge welcher ſie von Abend gegen Morgen fortrückt, und nach einem Jahre wieder an ihre vorige Stelle zurückkömmt.

Man fand an der Himmelskugel die Sterne, welche die Sonne auf dieſem jährlichen Wege berührt, in dem Kreiſe EL liegen, welcher gegen den Aequator AQ eine ſchiefe Lage hat, d. h. der Stellen, wie r hat, die unter AQ, und ſolche, wie L, die über AQ liegen. Ein Geſtirn, das in einem ſolchen Kreiſe von Tag zu Tage weiter fortrückt, und dabey zugleich täglich einen Kreis mit AQ parallel zurücklegt, beſchreibt dabey natürlich die oben erwähnten Schraubengänge oder ſpiralförmigen Windungen. Hieraus ergab ſich nun, daß die Sonne außer der täglichen Bewegung noch eine eigne jährliche habe, und mit derſelben von Abend gegen Morgen in dem Kreiſe EL fortgehe.

Man bemerkte zween Tage im Jahre, die um ſechs Monate von einander entfernt waren, an welchen die Sonne im Aequator ſelbſt ſtand, wo alſo ♈A ihr Tagkreis war. Weil hier ♈A = ♈Q, oder an dieſen Tagen die Sonne eben ſo lange über, als unter dem Horizont und daher der Tag der Nacht gleich war, ſo nannte man ſowohl dieſe Tage ſelbſt, als auch die Punkte des Kreiſes EL, wo ſie an dieſen Tagen ſtand, die **Nachtgleichen** (aequinoctia). In der Figur ſtellt ♈ die **Frühlingsnachtgleiche** vor; der andere Punkt, die **Herbſtnachtgleiche**, iſt nicht zu ſehen, weil er auf die Rückſeite fällt. Dieſe Punkte ſind die Durchſchnittspunkte des Aequators AQ und der Ekliptik EL. Man fand daß ſie einander genau nach dem Durchmeſſer der Kugel gegenüberſtehen; und weil Kreiſe auf der Kugelfläche, die ſich in entgegengeſetzten Punkten durchſchneiden, nothwendig gröſte Kreiſe ſeyn müſſen, ſo folgte hieraus, daß die Sonnenbahn EL ein **gröſter Kreis** ſey.

Endlich bemerkte man, daß auch die zween Tage, an welchen die Sonne ihre gröſte und ihre kleinſte Höhe erreicht, oder die Tagkreiſe LT und RE beſchreibt, ebenfalls ſechs Monate aus einander waren. Von LT fällt der

gröſte, von RE der kleinſte Theil über unſern Horizont, d. i. LT giebt uns den längſten, RE den kürzeſten Tag. Weil an dieſen Tagen die Sonne zu ſteigen u. zu ſinken aufhört, ſo heißen ſie die Sonnenwenden, und die Punkte L und E die Sonnenſtandspunkte (ſolſtitia, ſolis ſtationes). Es ſind dies die Punkte, in welchen die Sonne auf beyden Seiten den gröſten Abſtand von AQ hat. Und weil nach den Lehren der Sphärik, der Winkel AVE zweener gröſten Kreiſe miteinander, durch ihren gröſten Abſtand AE = QL gemeſſen wird, ſo giebt der Abſtand der Sonne vom Aequator an den Tagen der Sonnenwenden zugleich den Winkel der Kreiſe AQ und EL an.

Eben ſo leicht konnte man auch an dem Monde eine eigne Bewegung bemerken, mit der er zwar nicht ganz genau dem Kreiſe EL oder der Sonnenbahn folgte, aber doch nie weit von demſelben abwich. Man fand den Mond bald über, bald unter EL, ſo daß er oft auch durch den Kreis EL ſelbſt durchgehen muſte. Man ward gewahr, daß Sonnen- und Mondfinſterniſſe zu keiner andern Zeit erfolgten, als wenn der Mond in dieſem Kreiſe, oder doch ſehr nahe dabey war. Dies veranlaſſete die Griechen, den Kreis EL von den Eklipſen oder Finſterniſſen, die ſich allezeit nahe bey demſelben ereigneten, die **Ekliptik** zu nennen.

Nachdem man ſich künſtliche Himmelskugeln verfertiget, und darauf die Pole, den Aequator und die Sterne, ihren beobachteten Stellungen gemäß, verzeichnet hatte, war man im Stande, auch dieſe Ekliptik darauf vorzuſtellen, und die Sterne anzugeben, bey welchen die Sonne in ihrer jährlichen Bahn vorübergieng. Dies iſt ſchon in ſehr alten Zeiten geſchehen.

Der Mond und die Planeten halten ſich an die Ekliptik, ſo daß ſie ſich nie weit von derſelben entfernen. Man hat daher, ebenfalls ſchon im höchſten Alterthum, den Streif der Kugelfläche, der in die Nähe der Ekliptik fällt, als die merkwürdigſte Gegend des Himmels betrachtet, ſ. Thierkreis, und ihn von der Gegend des Frühlingspunkts an morgenwärts in zwölf Theile getheilet, welchen man die

Namen der damals darin ſtehenden Sternbilder beylegte. Dadurch theilt ſich nun auch die Ekliptik ſelbſt in zwölf gleiche Theile, die zwölf himmliſchen Zeichen (dodecatemoria, ſigna coeleſtia), die ſich bey dem Frühlingspunkte ♈ anfangen, und deren Bezeichnungen und Namen folgende ſind:

♈, Widder, 20 März.	♎, Wage, 23 Sept.
♉, Stier, 20 Apr.	♏, Scorpion, 23 Oct.
♊, Zwillinge, 21 May.	♐, Schütz, 22 Nov.
♋, Krebs, 21 Jun.	♑, Steinbock, 21 Dec.
♌, Löwe, 22 Jul.	♒, Waſſermann, 19 Jan.
♍, Jungfrau, 23 Aug.	♓, Fiſche, 18 Febr.

Die beygeſchriebenen Monatstage zeigen beyläufig, wenn die Sonne bey ihrem jährlichen Umlaufe in den Anfang eines jeden Zeichens trete.

Wir haben dieſe Eintheilung der Ekliptik beybehalten, ob wir gleich ſonſt jeden Kreis in 360 Grad zu theilen pflegen. Es kommen alſo 30° auf jedes Zeichen; die erſten 30° von ♈ an heißen der Widder, die folgenden 30° von ♉ an der Stier u. ſ. w. Dieſe Grade ſelbſt werden, wie gewöhnlich, in Minuten und Secunden getheilt, aber nicht in einem fort, ſondern nach Zeichen zuſammengezählt. Ein Bogen der Ekliptik z. B., der von ♈ oſtwärts gerechnet 97° 15′ 27″ lang iſt, wird 3 Z (d. i. 3 Zeichen) 7° 17′ 27″ lang genennt, oder ſein Ende fällt in 7° 15′ 27″ des Krebſes. Auf ſolche Art werden die Längen der Geſtirne angegeben, ſ. Länge der Geſtirne.

Die Ekliptik hat, wie jeder Kreis, zween Pole p und q, die ſich aller 24 Stunden um die Weltpole P und Q bewegen, und dadurch die Polarkreiſe beſchreiben, ſ. Pole der Ekliptik.

Der Winkel A♈E, unter welchem ſich die Ekliptik mit dem Aequator durchſchneidet, heißt die Schiefe der Ekliptik. Er iſt gegen $23\frac{1}{2}$°, und es wird von ihm in einem eignen Artikel gehandlet werden.

In der theoriſchen Aſtronomie, oder bey der Betrachtung deſſen, was im Weltgebäude wirklich geſchieht, iſt die

Ekliptik die Ebne, in welcher die Bahn der Erde um die Sonne liegt. Nemlich, was uns Sonnenbahn ſchien, iſt in der That Erdbahn. Die Planeten und der Mond laufen in andern Ebnen, die aber nur unter ſehr geringen Winkeln gegen die Ebne der Ekliptik geneigt ſind; daher ſich dieſe Körper auch dem Scheine nach nur wenig von der Ekliptik entfernen können. Die Ebne der Ekliptik iſt für die theoriſche Aſtronomie ſehr wichtig, weil man die Bahnen aller andern Planeten auf ſie projiciret, und die Berechnungen darnach einrichtet.

Auf die künſtliche Erdkugel gehört wohl eigentlich die Ekliptik gar nicht. Denn jeder Punkt von ihr dreht ſich aller 24 Stunden über mehrere Orte der Erdkugel hinweg, die Theile der Erdfläche haben alſo keine beſtimmte Lage gegen ſie. Wenn man inzwiſchen einen Anfangspunkt des Aequators nach Willkühr angenommen hat, ſo läſt ſich unter dem gehörigen Winkel von 23½ Grad ein Kreis dadurch auf der Erdfläche beſchreiben, der eine Stellung bekömmt, wie ſie die Ekliptik alle Tage einmal in einem gewiſſen Augenblicke haben muß, und dies giebt die Bequemlichkeit, daß man auf der künſtlichen Erdkugel gewiſſe Aufgaben auflöſen kan, die eigentlich auf die künſtliche Himmelskugel gehören, ſ. **Erdkugel, künſtliche.**

Elaſticität, Schnellkraft, Federkraft, Spannkraft, Elaſticitas, Elater, Contentio, Palintonia, *Elaſticité, Reſſort.* Die Eigenſchaft der Körper, ſich, wenn man ſie in eine andre Geſtalt gebracht, od. in einen engern Raum zuſammengedrückt hat, von ſelbſt wieder in die vorige Geſtalt oder in den vorigen Raum zu begeben, wenn das, was auf ſie wirkte, nachläſt. Wenn man z. B. einen Bogen mit Hülfe der daran befindlichen Sehne ſpannt, d. i. ihm eine mehr gekrümmte Geſtalt giebt, ſo nimmt er, ſobald die ſpannende Kraft nachläſt, oder die Sehne zerſchnitten wird, ſeine vorige Geſtalt wieder an. Läſt man eine elfenbeinerne Kugel auf eine Marmorplatte fallen, ſo wird ſie durch das Anſtoßen zuſammengedrückt, und erhält auf einen Augenblick eine plattere Geſtalt, ſo-

bald aber die Wirkung des Stoßes vorüber iſt, nimmt ſie von ſelbſt die vorige runde Geſtalt wieder an, und dies iſt die Urſache ihres Zurückſpringens. Wenn man Luft, die in ein Gefäß eingeſchloſſen iſt, durch einen hineingetriebenen Kolben zuſammendrückt, ſo läſt ſie ſich zwar in einen engern Raum preſſen; ſobald aber die drückende Kraft nachläſt, dehnt ſie ſich wieder in den vorigen Raum aus, und treibt den Kolben zurück. Da dieſe Eigenſchaft Wiederherſtellung in den vorigen Raum und Geſtalt, d. i. Bewegung veranlaßt, ſo heißt ſie, wie jede Urſache der Bewegung, eine Kraft.

Bey feſten Körpern äußert ſich die Elaſticität mehr, wenn ihre Geſtalt geändert, bey flüßigen mehr, wenn ihr Raum oder Volumen vermindert wird. Feſte elaſtiſche Körper werden oft auch federhart genannt, bey flüßigen wird dieſer Name niemals gebraucht.

Es erhellet aus dieſen Erklärungen, daß die Elaſticität allezeit Compreſſibilität vorausſetze, ſ. Compreſſibilität. Bey flüßigen Körpern iſt das an ſich klar: bey feſten kan man die Geſtalt nicht ändern, ohne wenigſtens gewiſſe Theile zuſammenzudrücken, oder einander näher zu bringen.

Vollkommen elaſtiſch würde derjenige Körper ſeyn, deſſen Kraft den Kräften, welche ihn gebogen oder zuſammengedrückt hätten, genau gleich wäre, der alſo hernach ſeine vorige Geſtalt und ſeinen vorigen Raum genau wieder einnähme; unvollkommen elaſtiſch iſt derjenige, deſſen Kraft ein wenig geringer iſt, als jene Kräfte, der alſo ſeine vorige Geſtalt nicht völlig wieder annimmt, oder ſich nicht völlig wieder in den vorigen Raum ausbreitet. Unter den feſten Körpern giebt es wohl keinen vollkommen elaſtiſchen; ihre Elaſticität wird ſogar durch öftere oder lange anhaltende Spannung oder Zuſammendrückung merklich ſchwächer. Ein zu oft od. zu lange geſpannter Bogen erſchlafft endlich, und behält die Krümmung, die ihm das Spannen gegeben hatte. Die Haare, Wolle und Federn, welche zum Ausſtopfen der Polſter gebraucht werden, verlieren mit der Zeit ihre Federkraft immer mehr. Bey

einigen Körpern ſind die Wirkungen der Elaſticität kaum merklich: man nennt ſie unelaſtiſche, nicht-elaſtiſche Körper, obgleich auch ihnen ein geringer Grad von Elaſticität nicht abgeſprochen werden kann.

Es ſind nemlich alle bekannte Körper elaſtiſch, obgleich einige in weit höherm Grade, als andere. Selbſt die Liquoren, oder tropfbaren flüßigen Materien, haben einige Elaſticität, wie man ſchon daraus abnehmen kan, weil ſie den Schall fortpflanzen, ſ. Schall. Wenn man zwiſchen Liquoren und elaſtiſchen flüßigen Materien einen Unterſchied macht, ſo muß dies nur ſo angenommen werden, daß die letztern einen ohne alle Vergleichung höhern Grad von Elaſticität beſitzen. Die Elaſticität des Waſſers iſt auch jetzt durch völlig entſcheidende Verſuche dargethan, ſ. Waſſer. Man kan alſo die Elaſticität im Grunde als ein allgemeines Phänomen der Körper anſehen.

Daß es keinen vollkommen elaſtiſchen Körper unter den feſten geben könne, iſt ſchon daraus klar, weil bey Wiederherſtellung der veränderten Geſtalt die an einander hingehenden Theile ein Reiben veranlaſſen, auf welches ein Theil der Kraft verwendet werden muß, der dadurch verlohren geht. Eben dies iſt wohl die Urſache, warum geſpannte Saiten, wenn ſie beweget werden, ihre Schwingungen nur eine Zeitlang fortſetzen, und dann wieder in Ruhe kommen. Der Widerſtand der Luft kan nicht allein die Urſache ausmachen, weil eben das auch im luftleeren Raume geſchieht. Merſenne (Harmonic. L. III. prop. 13.) fand, daß eine aus 12 Darmhäutchen verfertigte und durch 8 Pf. Gewicht geſpannte Saite mit einer $\frac{1}{4}$ Lin. dicken und mit $6\frac{1}{8}$ Pf. geſpannten Metallſaite den Einklang gab, daß aber die Darmſaite nur 40 Secunden, die Metallſaite 64 Sec. lang zitterte. Er ſchließt hieraus, daß ſich die Theile des Metalls bey Veränderung der Geſtalt weniger reiben, als die Theile der Darmhäutchen. Auch beym Stoße elaſtiſcher Körper weichen aus dieſem Grunde die Verſuche oft weit von den eigentlichen Geſetzen ab.

Man kan die Elaſticität der Körper durch verſchiedene Mittel verſtärken. Die Metalle erhalten durch ge-

wiſſe Verſetzungen mit andern Metallen oder Halbmetallen eine ſtärkere Elaſticität; daher man ſich zu den Glocken und andern ſchallenden Körpern einer eignen Compoſition von Kupfer, Zinn und Zink, der Glockenſpeiſe (aes campanum, *bronze*) bedient, welche ſehr elaſtiſch und klingend iſt.

Auch das kalte Hämmern (*l'écroui*) verſtärkt die Elaſticität der Metalle. Wenn man aus einer Kupferplatte zwey gleich große Stücke ſchneidet, und das eine kalt auf dem Ambos hämmert, dann aber beyde krumm beugt, ſo wird das gehämmerte federn, d. i. ſeine gerade Geſtalt wieder anzunehmen ſtreben, das andere aber die gegebne Krümmung faſt ganz behalten.

Die merkwürdigſte Verſtärkung der Elaſticität aber iſt das Härten des Stahls (*trempe de l'acier*), da man ihn glühend in kaltem Waſſer ablöſcht. Durch dieſes Ablöſchen verändert er ſeine Eigenſchaften in einem Augenblicke, und erlangt ſeine große Härte, die man ihm durch Erhitzung und langſames Abkühlen nach und nach wieder benehmen kan. Es giebt einen gewiſſen Grad der Härte, bey welchem ſeine Elaſticität am ſtärkſten iſt, die Federhärte, die man bey Bereitung der Stahlfedern zu erreichen ſucht. ſ. Stahl.

Meinungen über die Urſache der Elaſticität.

Ob ich gleich dieſen Abſchnitt mit dem Geſtändniſſe anfangen muß, daß wir von der Urſache der Elaſticität gar nichts wiſſen, ſo kan doch die Anführung einiger Meinungen hierüber wenigſtens Anlaß zu weiterm Nachdenken oder zu Unterſuchungen geben. Wir ſind hier noch weiter zurück, als in der Erklärung anderer Phänomene; wenigſtens weiß ich nichts anzuführen, was nur den geringſten Schein von Befriedigung gäbe.

Die Meinung derer, welche die Elaſticität der feſten Körper von der Luft herleiteten, ward durch Boyle's und Hawksbee's Verſuche widerlegt, welche bewieſen,

daß die Körper im luftleeren Raume eben ſo elaſtiſch ſind, als in freyer Luft.

Descartes (Princip. philoſ. P. IV.) hat zwar das Wort Elaſticität nicht, ſpricht aber an zwo verſchiednen Stellen von der Federkraft der Luft und der feſten Körper, und erklärt beyde aus verſchiednen Gründen. Das Vermögen der Luft, ſich auszubreiten (vim reſiliendi aëris compreſſi), leitet er (prop 47.) von der innern Bewegung her, die er den Theilen der Luft, ſo wie den Theilen aller flüßigen Materien, zuſchreibt. Bey zuſammengedrückter Luft, meint er, behalte das Lufttheilchen den kleinen ſphäriſchen Raum, in dem es ſeine Bewegung mache, nicht frey, ſondern werde von den benachbarten Lufttheilchen geſtoßen und aus ſeiner Stelle getrieben, und ſo vereinigten ſich dieſe Stöße dahin, das Ganze wieder auszudehnen, und der innern Bewegung freyen Platz zu machen. Von elaſtiſchen feſten Körpern, die bey ihm rigida heißen, handlet er (prop. 132.) bey Gelegenheit des Glaſes, und erklärt ihre Elaſticität ſeinem Syſtem gemäß aus der Bewegung der ſubtilen Materie durch ihre Zwiſchenräume. Dieſe Materie, ſagt er, hat die Zwiſchenräume der Körper gebildet, und ihnen alſo eine Geſtalt gegeben, die ihr den Durchgang verſtattet; durch das Beugen wird dieſe Geſtalt verändert, daher ſtößt nun die ſubtile Materie gegen die Seitenwände der Gänge, und ſucht die vorige Geſtalt wiederherzuſtellen. Wenn z. B. im ſchlaffen Bogen die Gänge rund ſind, ſo werden ſie im geſpannten elliptiſch, die Theilchen der ſubtilen Materie ſtoßen alſo an der kleinen Axe der Ellipſe gegen die Seiten, und ſuchen die Kreisgeſtalt wiederherzuſtellen. Aus dem vereinten Beſtreben ſo vieler Theilchen entſteht eine ſtarke Kraft. Bleibt aber der Bogen lange Zeit geſpannt, ſo ſchleifen ſich die Theilchen der ſubtilen Materie die Gänge ſo aus, wie ſie ſie nöthig haben ſtoßen nicht mehr an, und die Kraft zurückzuſchnellen geht verlohren.

Was die Elaſticität der feſten Körper betrift, ſo haben die meiſten Phyſiker des vorigen Jahrhunderes dieſelbe durch eine die Körper durchſtrömende flüßige Materie er-

klärt, die ſie bald für den Aether, bald für das Elementarfeuer ꝛc. ausgegeben haben. Einige ließen jedes Theilchen dieſer Materie ſich um ſeine Axe drehen, andere, wie Malebranche, mehrere Theilchen einen Wirbel um einen gemeinſchaftlichen Mittelpunkt bilden, und dadurch eine Schwungkraft erhalten, welche den Wirbel, wenn er durch die veränderte Geſtalt des feſten Körpers abgeplattet oder in ein Oval verwandelt ward, antrieb, ſeine vorige Geſtalt wieder anzunehmen; noch andere ſchrieben der ſubtilen Materie oder dem Aether ſelbſt Elaſticität zu, und glaubten, er treibe durch ſeine eigne Wiederherſtellung in den vorigen Raum, die Theile des geſpannten Körpers in ihre vorige Lage zurück. Dies letztere heißt, Elaſticität des Aethers annehmen, um Elaſticität der Körper daraus zu erklären, und läſt immer die Frage übrig, was die Urſache der Elaſticität des Aethers ſey.

Muſſchenbroeck (Introd. ad philoſ. nat. To. I. §. 767.) ſetzt allen Erklärungen der Elaſticität, die ein durchſtrömendes flüßiges Weſen annehmen, das entgegen, daß ein ſolches Flüßiges doch nur nach einer Richtung durchſtrömen werde. Wird nun ein Körper ſo gebogen. daß die Gänge da enger werden, wo die ſubtile Materie ausſtrömen ſoll, ſo läſt ſich denken, daß ſie gegen die Wände drückt, und dem Körper Federkraft giebt. Jetzt beuge man ihn aber nach der andern Seite, ſo werden die Gänge da weiter, wo die flüßige Materie ausgeht, und hier iſt nicht mehr einzuſehen, wie ſie einen Druck gegen die Seitenwände ausüben und dadurch Federkraft bewirken ſoll. Dennoch zeigt eine elaſtiſche Stange Federkraft, man mag ſie nach der einen oder nach der andern Seite beugen, und überhaupt nach allen möglichen Richtungen. Aber eine Bewegung der ſubtilen Materie nach allen möglichen Richtungen zugleich läſt ſich gar nicht denken.

Andere haben zu einer zurückſtoßenden Kraft zwiſchen den Theilchen der Körper ſelbſt ihre Zuflucht genommen. Wenn man einen elaſtiſchen Körper zuſammendrückt, ſagen ſie, ſo werden ſeine Zwiſchenräume enger, und ſeine Theilchen kommen näher an einander, ſo daß immer eines

in den Wirkungskreis der Repulſion des andern tritt. Die Repulſion aber wird deſto ſtärker, je näher die Theilchen einander kommen, und treibt daher die Theilchen in ihre vorige Entfernung und den Körper in ſeine vorige Geſtalt zurück. Daher werden die Metalle elaſtiſcher, wenn man ſie hämmert, u d Körper mit weiten Zwiſchenräumen haben weniger Elaſticität.

Allein wie kan man dieſe angenommene zurückſtoßende Kraft mit der Anziehung in Uebereinſtimmung bringen, die ihr gerade entgegengeſetzt iſt, und doch ebenfalls ſtärker wird, wenn die Theilchen einander näher kommen? Dies heißt, Anziehung und Repulſion auf gut Glück annehmen, je nachdem man das eine oder das andere nöthig hat.

Es bleibt alſo wohl nichts übrig, als die Vermuthung, daß bey den Theilchen der elaſtiſchen feſten Körper die Kraft des Zuſammenhangs in gewiſſen Lagen der genauern Berührung wegen ſtärker ſeyn möge, als in andern Lagen, da ſich bey den weniger elaſtiſchen vielleicht die Theilchen in allen Lagen auf einerley Weiſe berühren; obgleich auch hierbey die Art und Weiſe, wie daraus die Phänomene der Elaſticität entſtehen ſehr dunkel bleibt.

Die Elaſticität flüßiger Materien, und insbeſondere der Luft, haben ſehr viele, wie Descartes, aus einer innern Bewegung ihrer Theilchen herleiten wollen, ob ſie gleich dieſe Bewegung verſchiedentlich beſtimmen, und bald in einer Umdrehung jedes Theilchens um ſeine Axe, bald in einem Wirbel mehrerer Theilchen um einen gemeinſchaftlichen Mittelpunkt beſtehen laſſen.

Daniel Bernoulli (Hydrodynam. Sect. X. de affectionibus atque motibus fluidorum elaſticorum) hat ſich bemüht, die Hypotheſe des Descartes, daß die Federkraft flüßiger Materien in einer ſehr ſchnellen Bewegung aller ihrer Theile nach allen Richtungen beſtehe, zur Erklärung der Erſcheinungen anzuwenden. Man ſtelle ſich eine Menge ſolcher Theilchen in einem hohlen Cylinder unter einem beweglichen und mit einem Gewichte beſchwerten Deckel vor; dieſer Deckel wird im Cylinder durch beſtändig wiederholte Stöße der Theilchen auf einer gewiſſen Höhe

erhalten. Die Theilchen werden den Deckel höher heben, wenn man das Gewicht, womit er beſchwert iſt, vermindert; wenn man es aber vermehrt, wird der Deckel ſinken und die Theilchen in einen engern Raum zuſammendrücken. Hiebey wird ſich die Federkraft aus einer doppelten Urſache vermehren, einmal weil die Anzahl der Theilchen in Betrachtung des nunmehr kleinern Raums größer wird, das anderemal, weil jedes Theilchen nun öfter an den Deckel ſtößt. Aus dieſen Grundſätzen beweiſet er durch die Rechnung, daß ſich die Räume, welche eine elaſtiſche flüßige Materie, die ſich ohne Ende zuſammendrücken läſt, einnimmt, umgekehrt wie die zuſammendrückenden Kräfte, verhalten müſſen — ein Geſetz, welches, mit den nöthigen Einſchränkungen genommen, durch die Erfahrung beſtätigt wird. Er nimmt an, die Wärme vermehre die Geſchwindigkeit der Theilchen, und findet, daß ſich die Federkraft, wie das Quadrat dieſer Geſchwindigkeit, verhalten müſſe, weil bey vermehrter Geſchwindigkeit die Anzahl der Schläge und die Stärke derſelben in gleichem Verhältniſſe wachſen müſſen. Je mehr ſich ferner Theilchen in einem gleichen Raume befinden, deſto größer muß auch die Summe der Vermehrung der Geſchwindigkeiten ſeyn, alſo muß das Wachsthum der Federkraft der Luft bey gleichen Vermehrungen der Wärme den Dichten der Luft proportional ſeyn. Auch dieſen Satz findet er mit der Erfahrung übereinſtimmend.

Johann Bernoulli (Addition au Diſcours ſur les loix de la communication du mouvement, in Op. To. III. p. 81.) ſieht die Elaſticität der Körper überhaupt als eine Folge von der Bewegung einer ſehr zarten, in den innerſten Zwiſchenräumen der Körper eingeſchloſſenen flüſſigen Materie an. Wenn dieſe Bewegung kreisförmig iſt, ſo entſteht daher eine Schwungkraft. Euler (Tentamen explicationis phaenomenorum aëris, in Comm. Petrop. T. II. p. 374. ſqq.) ſtellt ſich dem gemäß vor, die Luft beſtehe aus einer unzählbaren Menge hohler Kügelchen, worinn die erwähnte ſubtile Materie eingeſchloſſen ſey. Je ſchneller nun in einem ſolchen Kügelchen die Materie an

deſſen Oberfläche im Wirbel umläuft, deſto ſtärker ſucht ſich daſſelbe auszubreiten. Um den Mittelpunkt eines jeden Kügelchens nimmt er einen leeren Raum an, der deſto kleiner wird, je ſtärker das Kügelchen durch eine äußere Gewalt zuſammengepreßt wird: und wenn dieſer Raum verſchwindet, ſo hat die Luft den höchſten Grad der Federkraft, und die Zuſammenpreſſung läſt ſich nun nicht weiter treiben. Hierauf baut nun Euler Rechnungen, aus denen er eine Gleichung zwiſchen der Dichtigkeit und Federkraft der Luft herleitet, welche der Erfahrung, ſo weit man bisher Verſuche hat anſtellen können, ſehr wohl Gnüge leiſtet. Solche Hypotheſen ſind ganz brauchbar zur Rechnung, und geben auch oft richtige Reſultate, wenn die Data der Rechnungen ſo genommen werden, wie es die Erfahrungen verlangen: aber als Erklärungen einer phyſikaliſchen Urſache der Federkraft bleiben ſie immer unbefriedigend, weil doch ſolche innere Materien und Bewegungen derſelben ganz willkührlich und ohne alle Erfahrung angenommen werden.

Die Elaſticität der Luft mit **Rohault** (Phyſica ex edit. Clarkii, Lond. 1711. 8. P. III. C. II. §. 2.) und vielen andern aus der Geſtalt ihrer Theilchen herzuleiten, und ſich dieſelben, wie kleine Flocken Baumwolle, oder wie Reifen, Uhrfedern u. dgl. vorzuſtellen, iſt wohl zu hart, und entſcheidet überdies die Frage nicht, warum die Theilchen elaſtiſch ſind, wenn ſie die Geſtalt dieſer Körper haben.

Newton (Princip. L. II. prop. 23.) beweiſet, daß in einer flüßigen Materie, welche aus Theilchen, die ſich zurückſtoßen, beſteht, und deren Dichtigkeit ſich, wie die zuſammendrückende Kraft, verhält, die zurückſtoßenden Kräfte der Theilchen ſich in umgekehrtem Verhältniß des Abſtands ihrer Mittelpunkte befinden müſſen; und daß eine Anhäufung von Theilchen, welche einander nach dieſem Geſetze zurückſtoßen, eine elaſtiſche Flüßigkeit ausmachen müſſe, deren Dichtigkeit ſich, wie die zuſammendrückende Kraft, verhält. Ueberhaupt zeigt er, wenn ſich die zurückſtoßende Kraft umgekehrt, wie die nte Potenz

des Abſtands der Mittelpunkte verhalte, ſo verhalte ſich die zuſammendrückende Kraft wie die $\frac{n+2}{3}$ te Potenz der Dichtigkeit.

Er fügt aber ſelbſt die Erinnerung bey, dies blos als einen mathematiſchen Satz, und nicht als eine Erklärung einer phyſikaliſchen Urſache anzuſehen. „An „vero fluida elaſtica ex particulis ſe mutuo fugan„tibus conſtent, quaeſtio phyſica eſt. Nos pro„prietatem fluidorum ex ejusmodi particulis con„ſtantium mathematice demonſtravimus, ut phi„loſophis anſam praebeamus, quaeſtionem illam „tractandi.“

Etwas näher erklärt er ſich über dieſe zurückſtoßenden Kräfte in ſeiner Optik (Qu. 23. ed. Clarkii, Lond. 1706. 4.) mit folgenden Worten. „So wie in der Algebra die „negativen Größen da anfangen, wo die poſitiven auf„hören, ſo muß in der Mechanik da, wo die Anziehung „aufhört, eine zurückſtoßende Kraft an deren Stelle „treten. Das Daſeyn einer ſolchen Kraft ſcheint aus der „Zurückwerfung und Beugung des Lichts zu folgen; „denn in beyden wird der Stral vom Körper ohne unmit„telbare Berührung zurückgeſtoßen. — Es ſcheint auch „aus der Erzeugung der Luft und der Dämpfe zu fol„gen: denn die durch Hitze und Aufbrauſen aus den Kör„pern getriebnen Theilchen entfernen ſich, ſobald ſie aus „dem Wirkungskreiſe der Anziehung des Körpers heraus „ſind, von ihm und von einander ſelbſt mit großer Gewalt, „und fliehen die Rückkehr, ſo daß ſie bisweilen wohl 10, „100, 1000mal mehr Raum einnehmen, als vorher, da „ſie noch die Geſtalt eines dichten Körpers hatten. Eine „ſo ungemeine Zuſammenziehung und Ausdehnung kan „man ſich kaum denken, man mag ſich die Lufttheilchen „als elaſtiſch oder in einander verflochten, oder wie Reifen, „oder ſonſt, wie man will, vorſtellen, wenn ſie nicht eine „zurückſtoßende Kraft haben, mit der ſie einander flie„hen. — Die dichtern und ſtärker zuſammenhängenden „Körper werden, durch das Aufbrauſen verdünnt, wahre

„und bleibende Luft; eben die Theilchen, die bey der Be„rührung aufs feſteſte zuſammenhängen, gehen jetzt mit „der größten Gewalt aus einander, und laſſen ſich ſehr „ſchwer wieder zuſammenbringen.“

Dieſe repellirenden Kräfte aber kan man wohl eben ſo wenig für etwas den Körpern weſentliches halten, als die Anziehung; man muß ſie vielmehr blos als eine bequeme Vorſtellungsart des Phänomens der Federkraft anſehen, das ſie inzwiſchen keineswegs erklären. Die Frage, was die Urſache der Elaſticität ſey, iſt noch nicht beantwortet, wenn man von zurückſtoßender Kraft der Theile redet, weil dieſe Kraft ja im Grunde nichts anders iſt, als die Elaſticität ſelbſt, nach deren Urſache gefragt wird. Muſſchenbroek (Introd. ad phil. nat. To. II. §. 1202.) folgt Newton zwar darinn, daß die Elaſticität der Luft, die er von der Federkraft feſter Körper ſorgfältig unterſcheidet, von einer Repulſionskraft abhange, er fragt aber mit Recht nach einer fernern Urſache, und ſetzt hinzu: Sed qui ſit haec vis repellens, an electricitas, an alia ejus cauſa, nondum clare innotuit; itaque oportet, ut quieſcamus in eo, quod conſtat, aërem revera eſſe elaſticum.

Iſt vielleicht, nach Herrn de Sauſſure Vermuthung, Verbindung mit dem Elementarfeuer die Urſache der Elaſticität der Luftgattungen und Dämpfe? Und ließe ſich nicht hieraus ſehr ungezwungen die Verſtärkung der ſpecifiſchen Elaſticität durch die Wärme erklären? ſ. Dämpfe, Feuer.

Geſetze der Federkraft feſter Körper.

s'Graveſande (Phyſices elem. math. Lugd. Bat. 1725. 4. To. I. L. I. c. 29.) hat mit Weglaſſung aller Speculationen über die Urſache, vielmehr die Geſetze der Elaſticität feſter Körper genauer unterſucht. Er ſtellt ſich hiebey die elaſtiſchen Körper als aus dünnen Fibern oder Fäden zuſammengeſetzt vor, und unterſucht alſo zuförderſt, als den einfachſten Fall, die Elaſticität der Metallſaiten, welche ſolche elaſtiſche Fäden ſelbſt vorſtellen.

Dieſe Fibern zeigen keine Elaſticität, wenn ſie nicht mit einer gewiſſen Kraft geſpannt werden. Eine ſchlaffe Saite ſtellt ihre Lage nicht wieder her, wenn ſie geändert worden iſt. Eine allzuſtark geſpannte Fiber verliert ihre Elaſticität. Daher iſt die Spannung, welche die Fibern elaſtiſch macht, in gewiſſe Grenzen eingeſchloſſen. Hieraus läſt ſich erklären, warum gewiſſe Operationen den Körpern ihre Elaſticität benehmen oder wiedergeben, wie z. B. das Glühen und Hämmern den Metallen.

Die Gewichte, welche gleiche Fibern unter verſchiednen Spannungen gleich ſtark verlängern, verhalten ſich, wie die Spannungen. Wenn drey gleiche Saiten, in den Verhältniſſen 1, 2, 3, geſpannt, gleich ſtark verlängert werden ſollen, ſo ſind Gewichte erforderlich, die ſich, wie 1, 2, 3, verhalten.

Die kleinſten Verlängerungen (Differentiale der Verlängerung) einer und ebenderſelben Fiber verhalten ſich, wie die Kräfte, durch welche ſie hervorgebracht werden. Auch verhalten ſich die kleinſten Beugungen, wie die beugenden Kräfte.

Bey gleichartigen, gleich dicken, und gleich geſpannten Saiten verhalten ſich die Verlängerungen durch gleiche Zuſätze von Gewichten, wie die Längen der Saiten. Eben dies gilt für ihre Beugungen.

Eine geſpannte und gebogne Saite ACB (Taf. VI. Fig. 106.) geht, wenn die beugende Kraft nachläſt, in ihre gerade Lage AcB zurück. Da die Elaſticität während dieſer Zeit, wie eine abſolute Kraft, wirkt, ſo geſchieht dies mit beſchleunigter Bewegung, ſ. Beſchleunigung. Daher iſt die Geſchwindigkeit am ſtärkſten, wenn die Saite in die gerade Lage AcB zurückkömmt. Hier führt ſie alſo dieſe Bewegung noch weiter, und beugt ſie aufs neue in die Lage ADB mit verminderter Bewegung, bis in D die Geſchwindigkeit Null wird. Hier ſtellt ſich aufs neue die gerade Lage AcB her, und die dadurch erlangte Geſchwindigkeit treibt die Saite wieder in die Lage ACB. So entſtehen abwechſelnde Schwingungen von ACB nach ADB,

und wieder zurück, auf eben die Art, und aus eben dem Grunde, wie beym Pendul, ſ. Pendul.

Dieſe Schwingungen ſind der Zeit nach gleich lang, wenn ſie gleich dem Raume CD nach ſtärker oder ſchwächer ſind, wie beym Pendul, das in der Cycloide fällt. Bey ungleichen geſpannten, übrigens gleichen, Saiten aber ſind die Schwingungen nicht gleich lang; ſondern die Quadrate der Zeiten, durch welche die Schwingungen dauren, verhalten ſich umgekehrt, wie die ſpannenden Kräfte.

Sind die Saiten ähnlich, und gleich geſpannt, aber von ungleicher Länge, ſo verhalten ſich die Schwingungszeiten, wie die Längen. Sind ſie übrigens gleich, aber von ungleicher Dicke, ſo verhalten ſich dieſe Zeiten, wie die Durchmeſſer oder Dicken.

Hieraus hat man, wenn bey zwo gleichartigen Saiten die ſpannenden Kräfte P, p, die Längen L, l, die Dicken D, d, die Schwingungszeiten T, t heißen, die Gleichung:

$$\frac{L^2 D^2}{T^2 P} = \frac{l^2 d^2}{t^2 p}.$$

Und weil ſich wegen der cylindriſchen Geſtalt der Saiten ihre körperlichen Räume, und alſo auch ihre Maſſen oder Gewichte (die wir G, g nennen wollen) wie $LD^2 : ld^2$ verhalten, ſo folgt

$$\frac{LG}{T^2 P} = \frac{lg}{t^2 p},$$

und $T^2 : t^2 = \frac{LG}{P} : \frac{lg}{p}$, d. i. die Quadrate der Schwingungszeiten verhalten ſich, wie die Längen der Saiten, multiplicirt in ihre Gewichte, und dividirt durch die Stärken der Spannungen.

Elaſtiſche Bleche, wie z. B. die Uhrfedern, laſſen ſich als eine Menge zuſammengelegter Saiten anſehen, und folgen ebendenſelben Geſetzen.

Endlich wendet s'Graveſande dieſe Sätze, die er alle mit Verſuchen beſtärkt, auch auf elaſtiſche Kugeln an, und beweiſet, daß ſich bey denſelben die Abplattungen beym Anſtoßen an feſte Körper, wie die Geſchwindigkeiten des Anſtoßes, verhalten müſſen.

Von den Geſetzen des Stoßes elaſtiſcher Körper wird man bey dem Worte: Stoß, mehrere Nachrichten finden.

Elaſticität flüßiger Materien.

Die Betrachtung deſſen, was in Abſicht auf Druck und Bewegung bey elaſtiſchen flüßigen Materien ſtatt findet, macht den Gegenſtand der Aerometrie, oder der Aeroſtatik, Pnevmatik und Aerodynamik aus. In dieſen Wiſſenſchaften wird unter dem Worte Luft jede elaſtiſche oder luftähnliche flüßige Materie verſtanden, ſo, wie der Name Waſſer in der Hydroſtatik u. ſ. f. alle flüßige Körper bedeutet, deren Elaſticität unbeträchtlich iſt.

Da man eine ausführliche Erklärung dieſer Lehren hier nicht erwarten kan, ſo wird es genug ſeyn, einige allgemeine Nachrichten von den Geſetzen elaſtiſcher Flüßigkeiten mitzutheilen.

In ſchweren elaſtiſchen flüßigen Materien tragen die untern Schichten das Gewicht der obern, und werden durch daſſelbe zuſammengedrückt, daher ſind die untern Schichten dichter, als die obern. So verhält es ſich mit der Luft in der Atmoſphäre, ſ. Luftkreis. Der geſammte Druck aber, womit die flüßige Maſſe den Boden, der ſie trägt, unterwärts preſſet, iſt dem Gewichte der geſammten flüßigen Maſſe gleich.

Die unmittelbare und nächſte Urſache des Drucks elaſtiſcher Flüßigkeiten iſt ihre Elaſticität, und nicht ihr Gewicht; man muß z. B. die Erhaltung des Queckſilbers im Barometer nicht ſowohl dem Gewichte, als der Elaſticität der Luft zuſchreiben. Das Gewicht der darüber liegenden Luft iſt dasjenige, was die Luft zuſammendrückt, und ihre Elaſticität gleichſam zur Wirkung auffordert; das Queckſilber aber wird eigentlich durch die Elaſticität er-

halten, und ſteigt alſo auch, wenn dieſe aus andern Urſachen ſtärker wird, obſchon das Gewicht der Luft daſſelbe bleibt.

Den Verſuchen zufolge verhält ſich die Dichtigkeit der Luft, wie die Kraft, womit ſie zuſammengedrückt wird. Wenigſtens findet dieſes Geſetz ſo weit ſtatt, als die Grenzen unſerer Verſuche reichen, ſ. Luft.

Im Zuſtande des Gleichgewichts oder der Ruhe muß die Elaſticität der zuſammendrückenden Kraft gleich ſeyn. Denn beyde ſind entgegengeſetzte Kräfte, die nur, wenn ſie gleich ſind, Ruhe bewirken können. Daher verhält ſich, wenn übrigens alles ungeändert bleibt, die Elaſticität der Luft auch, wie die Dichtigkeit derſelben. Aber dieſer Satz gilt nur von der abſoluten Elaſticität.

Man unterſcheidet nemlich bey den flüßigen Materien ihre abſolute Elaſticität von der ſpecifiſchen. Abſolute Elaſticität einer ſolchen Materie nennt man die Stärke, mit welcher ſie der zuſammendrückenden Luft widerſteht, an ſich, und ohne auf Dichtigkeit, Wärme u. ſ. w. Rückſicht zu nehmen. Dieſe muß allezeit der drückenden Kraft gleich ſeyn. Weil aber verſchiedene Materien bey ungleicher Dichtigkeit, auch einerley Materien bey ungleicher Wärme und Dichtigkeit, dennoch gleich ſtark drücken können, ſo nennt man diejenige ſpecifiſch elaſtiſcher, als die andere, welche bey geringerer Dichtigkeit dennoch gleich ſtark, und bey ebenderſelben Dichtigkeit ſtärker drückt.

Dieſe ſpecifiſche Elaſticität iſt doppelt ſo groß, wenn die Materie bey eben derſelben Dichtigkeit doppelt ſo viel abſolute Elaſticität hat, u. ſ. w. Bey gleicher Dichtigkeit alſo verhalten ſich die abſoluten Elaſticitäten, wie die ſpecifiſchen. Bey gleicher ſpecifiſchen Elaſticität aber verhalten ſich nach dem oben angegebenen Geſetze die abſoluten Elaſticitäten, wie die Dichtigkeiten. Hieraus folgt alſo, daß ſich die abſoluten Elaſticitäten überhaupt, wie die Producte der ſpecifiſchen durch die Dichtigkeiten, und die ſpecifiſchen, wie die abſoluten, dividirt durch die Dichtigkeiten, verhalten.

Die Wärme vermehrt die ſpecifiſche Elaſticität der elaſtiſchen Flüßigkeiten. Erwärmte Luft wird daher, wenn ſie eingeſchloſſen iſt, und alſo ihre Dichtigkeit nicht ändern kan, abſolut elaſtiſcher, und drückt gegen das, was ſie einſchließt, ſtärker. Iſt ſie aber frey, und nur von der vorigen Kraft gedrückt, mit der ſie kälter das Gleichgewicht hielt, ſo überwindet ſie dieſe Kraft jetzt, und breitet ſich ſo lange aus, bis ihre Dichtigkeit in eben dem Maaße geringer iſt, in welchem ihre ſpecifiſche Elaſticität zugenommen hat. Daher wird die Luft durch die Wärme verdünnt.

Brennbare Luft iſt ſpecifiſch elaſtiſcher, als die gemeine atmoſphäriſche. Schließt man ſie alſo in eine undurchdringliche biegſame Hülle ein, ſo wird ſie dieſe ſo lange ausdehnen, bis ſie mit der von außen entgegendrückenden atmoſphäriſchen Luft einerley abſolute Elaſticität hat. Dann aber iſt ihre Dichtigkeit oder ſpecifiſche Schwere in eben dem Verhältniſſe geringer, in welchem ihre ſpecifiſche Elaſticität größer iſt. Man erhält dadurch ein Mittel, einen biegſamen Körper zu machen, der leichter, als ein eben ſo großes Luftvolumen, iſt, ohne jedoch von der äußern Luft zuſammengedrückt zu werden, ſ. Aeroſtat. Eben dieſe Bewandtniß hat es mit der erhitzten oder durch Feuer verdünnten Luft, die daher ebenfalls zur Füllung der aeroſtatiſchen Maſchinen dient.

Die Geſetze der Bewegung elaſtiſcher Flüßigkeiten weichen von denen der unelaſtiſchen vornehmlich in Abſicht auf die Geſchwindigkeit der verſchiedenen Schichten ab. Wenn z. B. ein unelaſtiſches Flüßige in einer cylindriſchen Röhre läuft, ſo haben alle Querſchnitte eine gleiche Geſchwindigkeit; bey dem elaſtiſchen Flüßigen hingegen bewegen ſich, wenn die Ausbreitung nur nach der einen Seite geſchieht, die der Oefnung näher liegenden Schichten ſchneller, als die entferntern. Daniel Bernoulli (Hydrodynam. Arg. 1738. 4.) hat die Geſetze des Drucks und der Bewegung elaſtiſcher flüßiger Materien aus dem Grundſatze der Erhaltung lebendiger Kräfte entwickelt, und daraus eine kurze Theorie der Zuſammendrückung der Luft, ihrer Bewegung in Gefäßen mit Oefnungen, und der Ge-

walt des Schießpulvers hergeleitet. D'Alembert (Traité de l' équilibre et du mouvement des fluides, Paris. 1744. 4.) leitet dieſe Geſetze mit Hülfe der Lehre von Zerlegung der Bewegungen aus einem andern Grundſatze ab, und giebt ſeinen Rechnungen darüber eine große Allgemeinheit, da ſich Bernoulli auf ein Flüßiges von unveränderlicher Wärme, und auf das Geſetz, daß die Elaſticität der Dichte proportional ſey, eingeſchränkt hatte. Herr Hofrath Karſten (Lehrbegrif der geſammten Mathematik, III. Theil. Aeroſtatik, VI. Theil, Pnevmatik, 1—3 Abſchnitt) hat das vornehmſte hievon ebenfalls vorgetragen, und auf die Luftpumpen angewendet. Es geſtehen aber alle Kenner dieſer Lehren ein, daß wir in Abſicht des Phyſikaliſchen, worauf ſolche Theorien gebaut werden müſſen, noch weit zurück ſind.

v. Muſſchenbroek Introductio ad philoſoph. natur. To. I. §. 760. ſqq.

Briſſon Dict. de phyſique, art. *Elaſticité.*

Ren. Carteſii Principia philoſ. P. IV. prop. 47 et 132.

Newtoni Philoſ. nat. principia math. L. II. prop. 23.

s'Graveſan de Phyſices elem. mathem. To. I. L. I. cap. 29.

Erxlebens Anfangsgr. der Naturlehre, §. 32 — 34. ingl. §. 251. und Hrn. Lichtenbergs Anm. hiezu.

Karſten Lehrbegrif der geſammten Mathem. VI. Theil, Pnevmatik, I. Abſchn. §. 11. u. a. a. O.

Elaſticität, abſolute, Elaſticitas abſoluta, *Elaſticité abſolue.* Die Stärke des Drucks, womit eine elaſtiſche flüßige Materie der Kraft, die ſie zuſammendrückt, widerſtehet. Sie iſt alſo, wenn alles in Ruhe iſt, der zuſammendrückenden Kraft gleich, ſ. Elaſticität.

Das Barometer zeigt eigentlich, wie groß die abſolute Elaſticität der Luft an der Erdfläche ſey; es würde ſehr ſchicklich Elaterometer heißen können.

Elaſticität, ſpecifiſche, Elaſticitas ſpecifica, *Elaſticité ſpecifique.* Man drückt durch dieſes Wort das Verhältniß zwiſchen abſoluter Elaſticität und Dichtigkeit der elaſtiſchen Materie aus, ſo daß man der Materie eine größere ſpecifiſche Elaſticität zuſchreibt, wenn ſie bey

ebenderſelben Dichtigkeit ſtärker, eine geringere, wenn ſie bey eben der Dichtigkeit weniger drückt. Man ſagt, die Materie habe zweymal, dreymal u. ſ. w. mehr ſpecifiſche Elaſticität, wenn ſie bey ebenderſelben Dichtigkeit zweymal, dreymal u. ſ. w. ſtärker drückt, als eine andere.

Es drückt alſo dieſes Wort einen relativen Begrif aus, ſo wie das Wort Dichtigkeit ſelbſt, ſ. Dichte. Ich beziehe mich überhaupt hier auf den Artikel: Dichte, deſſen ganzer Inhalt faſt wörtlich hier wiederholt werden kan, wenn man nur für Maſſe, Raum, Dichte, jetzt abſolute Elaſticität, Dichte, ſpecifiſche Elaſticität ſetzt.

Man wird bey dieſer Anwendung finden, daß ſich nie ſpecifiſche Elaſticität einer Materie für ſich, ſondern nur Verhältniß ſpecifiſcher Elaſticitäten verſchiedener Materien angeben laſſe; daß man aber ſpecifiſche Elaſticitäten durch Zahlen ausdrücken könne, wenn man eine davon, die als bekannt und unveränderlich angeſehen wird, zur Einheit annimmt. Man wird auch bald überſehen, daß man eine Materie gleichförmig elaſtiſch nennen könne, wenn ſie überall eine der Dichtigkeit proportionale abſolute Elaſticität zeigt, wie etwa eine durchgehends gleich warme Luftſäule; ungleichförmig elaſtiſch hingegen, wenn ihre ſpecifiſche Elaſticität nicht in allen Theilen gleich groß iſt, wie bey einer Luftſäule, die unten wärmer, als oben, iſt, und der man, wenn dieſe Ungleichheiten als gleichförmig vertheilt angeſehen werden, eine mittlere ſpecifiſche Elaſticität zuſchreiben kan.

Man wird endlich durch ähnliche Sätze und Schlüſſe, wie im Artikel Dichte, auf das Reſultat kommen, daß, wenn bey zwoen Materien die abſoluten Elaſticitäten A und a, die ſpecifiſchen E und e, die Dichten D und d heißen,

$$E : e = \frac{A}{D} : \frac{a}{d},$$

oder daß ſich die ſpecifiſchen Elaſticitäten zwoer Materien, wie die Quotienten der abſoluten Elaſticitäten durch die Dichtigkeiten verhalten.

Weil nun ferner, wenn M und m die Maſſen, V und v die Volumina bedeuten, $D:d = \frac{M}{V}:\frac{m}{v}$, ſo iſt auch

$$E:e = \frac{AV}{M}:\frac{av}{m} \text{ oder } ME : me = AV : av,$$

d. i. die Producte der Maſſen oder Gewichte in die ſpecifiſchen Elaſticitäten verhalten ſich, wie die Producte der Räume in die abſoluten.

Zunehmende Wärme verſtärkt eigentlich die ſpecifiſche Elaſticität oder E. Wenn aber das Fluidum eingeſchloſſen iſt, daß weder V noch M wachſen kan, ſo wird dadurch A, d. i. auch die abſolute Elaſticität größer. Hat es Freyheit, ſich auszubreiten, ſo wird V größer, und $\frac{M}{V}$ oder die Dichtigkeiten in eben dem Verhältniſſe kleiner, indem A ungeändert bleibt.

Die verſchiedenen Luftgattungen, ſ. Gasarten, haben auch verſchiedene ſpecifiſche Elaſticitäten. Beſonders hat das brennbare Gas, wenn es gut bereitet iſt, auf 13mal mehr ſpecifiſche Elaſticität, als die gemeine Luft, und daher 13mal weniger Dichte oder ſpecifiſche Schwere, wenn es ſo ſtark auf die einſchließende Hülle von innen drückt, als die atmoſphäriſche Luft von außen, d. i. wenn es mit der letztern einerley abſolute Elaſticität hat. In dem Artikel: Aeroſtat, habe ich wegen der Schwierigkeit, es ſo gut zu bereiten, nur 7fache ſpecifiſche Elaſticität angenommen.

Elaſticitätszeiger, Mercurialzeiger, Barometerprobe, Index elaſticitatis in vacuo Boyliano, Index mercurialis, *Barometer d' épreuve.* Ein bey der Luftpumpe angebrachtes Barometer, welches zeigt, wie groß die abſolute Elaſticität der noch unter der Glocke befindlichen Materie ſey.

Hawksbee (Phyſico-mechanical experiments on various ſubjects, London 1709. 4.) hat zuerſt eine ſolche Anſtalt bey ſeiner Luftpumpe angebracht. Es ſey

Taf. VI. Fig. 107. AB der Teller, und CD eine hindurchgehende bey C ofne Röhre; in dieſe ſey bey D eine gläſerne über 28 pariſer Zoll lange Röhre DG geſteckt, und bey D alles gegen das Eindringen der äußern Luft verwahret. Das ofne Ende G ſteht in einem Gefäße HI mit Queckſilber; EF iſt das Rohr, welches den Teller mit dem Körper der Pumpe verbindet. So lange ſich nun die Luft unter der Glocke im natürlichen Zuſtande befindet, ſteht das Queckſilber im Gefäße und der Röhre DG gleich hoch. Wird aber die Luft unter der Glocke verdünnt, und daher ihre Elaſticität geſchwächt, ſo treibt die auf HI drückende Elaſticität der äußern Luft das Queckſilber in der Röhre DG höher hinauf, deſto mehr, je ſchwächer die Elaſticität der Luft unter der Glocke wird. Könnte man den Raum unter der Glocke vollkommen luftleer machen, ſo würde die Röhre DG im Falle eines gewöhnlichen Barometers ſeyn, und das Queckſilber über HI ſo hoch, als in jedem andern Barometer, ſtehen. Da es aber unmöglich iſt, die Glocke ganz auszuleeren, ſo wird das Queckſilber dieſe Höhe nie ganz erreichen, und der Unterſchied ſeiner Höhe von der zugleich beobachteten Höhe eines gewöhnlichen Barometers wird zeigen, wie viel die Elaſticität der unter der Glocke noch zurückgebliebenen Materie betrage. Man bringt daher eine gewöhnliche Barometerſcale an die Röhre DG an. Steht das Queckſilber an derſelben bey K auf 26 Zoll, in den gewöhnlichen Barometern aber auf 27 Zoll, ſo iſt die Elaſticität der flüßigen Materie unter der Gloche noch 1 Zoll Queckſilberhöhe gleich, oder drückt auf eine jede Fläche ſo ſtark, als ob 1 Zoll hoch Queckſilber darüber ſtünde. Sie macht alſo $\frac{1}{27}$ von der Elaſticität der äußern Luft aus. Denn die Federkraft (1 Zoll) mit der Queckſilberſäule (26 Zoll) zuſammen, hält das Gleichgewicht mit der Federkraft der äußern Luft (27 Zoll). **Leupold** hat bey ſeiner Luftpumpe mit zween Stiefeln dieſen Zeiger ebenfalls angebracht, wie auch **s'Graveſande** bey ſeinen beyden Luftpumpen.

Andere brauchten dazu ein gewöhnliches Barometer, und ſetzten es unter eine Glocke, die es faſſen konnte. Je mehr die Glocke ausgeleert ward, deſto tiefer fiel es herab, und zeigte ſo durch ſeine verſchiedenen Höhen die Grade der Federkraft der unter der Glocke befindlichen Materie an.

Da aber ſo hohe Glocken, die ein ganzes Barometer faſſen, unbequem ſind, ſo hat ſich v. Mairan hiezu des abgekürzten Barometers (*Barometer tronqué*) bedienet, welches du Fay (Mém. de Paris, 1734.) beſchreibt. Es kömmt in der äußern Geſtalt (Taf. VI. Fig. 108.) mit dem Gefäßbarometer, (Taf. III. Fig. 41.) überein, ausgenommen daß es überhaupt nur etwa drey Zoll über der untern Queckſilberfläche hoch iſt. Man füllet es nebſt dem unterſten Theile des Gefäßes ganz mit Queckſilber an, und befeſtiget es an eine Scale, worauf die drey Zoll ſeiner Höhe in Linien abgetheilt ſind. Es wird beym Gebrauche ſenkrecht unter der Glocke der Luftpumpe aufgeſtellt. Auf die erſten Züge erfolgt noch keine Wirkung. Wenn aber die Glocke ſo weit ausgeleert iſt, daß ein gewöhnliches Barometer ungefähr auf 24 Zoll fallen würde, ſo fängt das Queckſilber bey 3 an ſich zu regen. Wenn es auf 2 Zoll herabkömmt, ſo muß man ſchließen, daß die noch übrige Elaſticität 2 Zoll Queckſilberhöhe halte. Vergleicht man damit den Stand des gewöhnlichen Barometers, z. B. 26 Zoll, ſo findet ſich, was für einen Theil von der Elaſticität der äußern Luft dies ausmache, hier $\frac{1}{13}$.

Smeaton (Philoſ. Trans. Vol. XLVII. art. 69.) hat einen andern Mercurialzeiger angegeben, der auch verſtärkte Elaſticität unter der Glocke bey Verdichtungen der Luft zu meſſen geſchickt iſt. Taf. VI. Fig. 109. iſt GFC eine gekrümmte gläſerne Röhre, bey C zugeſchmolzen. Ihr oberes ofnes Ende reicht bis in die Glocke. Sie hat in beyden Schenkeln Queckſilber, welches, ehe die Pumpe zu arbeiten anfängt, in der wagrechten Linie AB ſteht; der Raum BC hat Luft von gewöhnlicher Dichte. Wird die Elaſticität unter det Glocke vermindert, ſo dehnt ſich die Luft in BC aus, und das Queckſilber ſteigt bey A. Im

Gegentheile fällt es bey A und ſteigt bey B, wenn die Elaſticität unter der Glocke ſtärker wird. Sein Steigen und Fallen kan an der Scale HI abgemeſſen, und dadurch die Elaſticität unter der Glocke beſtimmt werden.

Es ſey die Verdünnung ſo weit getrieben, daß die Luft in CB ſich in den Raum CFD ausgebreitet, und das Queckſilber aus BFA in DE getrieben habe. Wenn die Röhre, wie man hier vorausſetzt, durchgehends gleich weit iſt, ſo wird doch die Queckſilberſäule in ihr immer eine gleiche Länge einnehmen. Dieſe Länge BFA = DE ſey = l. Ferner ſey CB = a, AE = x; die Barometerhöhe = h; die Queckſilberſäule, die die Elaſticität unter der Glocke ausdrückt, = q. Die Luft, die ſich vorher in CB = a befand, nimmt itzt den Raum CBFD ein. Dieſer Raum iſt = CB + BFD + DE — AE = $a + l + x - l = a + x$. Sie hat ſich alſo aus dem Raume a in den Raum $a + x$ ausgedehnt, mithin iſt dem mariottiſchen Geſetz der Verdichtungen gemäß (ſ. Luft) ihre Federkraft in dem Verhältniſſe $a + x : a$ geringer geworden. Da nun dieſe Federkraft vorher der Barometerhöhe h gleich war, ſo muß ſie jetzt der Queckſilberhöhe $\frac{ah}{a+x}$ gleich ſeyn. Ihr drückt aber die Federkraft unter der Glocke = q, und die Queckſilberhöhe ED = l entgegen. Daher $\frac{ah}{a+x} = q + l$ oder

$$q = \frac{ah}{a+x} - l.$$

Dies iſt richtig, ſo lange die Queckſilberſäule ED ganz im längern Schenkel iſt. Tritt aber der untere Theil derſelben in die Krümmung oder in den kürzern Schenkel, ſo drückt der Federkraft der Luft in CF nur ſo viel Queckſilberhöhe entgegen, ſo hoch die obere Queckſilberfläche über der untern ſteht. Man nenne dies k, ſo iſt überhaupt

$$q = \frac{ah}{a+x} - k.$$

Wird die Luft unter der Glocke verdichtet, ſo fällt das Queckſilber bey A und ſteigt bey B. Hier wird x ſowohl als k negativ; die Formel aber bleibt die vorige.

Beyſpiel. Es ſey CB = a = 3 Zoll; die Barometerhöhe h = 27 Zoll; die Queckſilberfläche A ſey um 3 Zoll = x geſtiegen, und ſtehe über der untern Queckſilberfläche 6 Zoll hoch. So iſt q, die Federkraft unter der Glocke

$$= \frac{3 \cdot 27}{3+3} - 6 = 7\tfrac{1}{2}$$ Zoll Queckſilberhöhe.

Wäre A um 1 Zoll gefallen, und ſtünde alſo unter der andern Fläche 2 Zoll tief, ſo würde $q = \frac{3 \cdot 27}{3-1} + 2 = 42\tfrac{1}{2}$ Zoll Queckſilberhöhe ſeyn.

In der von Herrn Lichtenberg ſeiner Ausgabe der Erxlebenſchen Naturlehre vorgeſetzten Beſchreibung der Smeatonſchen Luftpumpe nach Nairne's und Blunts Verbeſſerungen, iſt die eben beſchriebne Einrichtung, vermuthlich wegen der Schwierigkeit, Röhren von durchaus gleichem Durchmeſſer zu bekommen, und wegen der beſchwerlichen Rechnung, wieder abgeändert, und mit einem gewöhnlichen Hawksbeeſchen Elaſticitätszeiger zum Maaße der verminderten Elaſticitäten vertauſcht. Es iſt hiebey nur der Unterſchied, daß die Barometerröhre nicht, wie Taf. VI. Fig. 107., unmittelbar in die zur Glocke führende Röhre eingelaſſen iſt, ſondern erſt in eine meſſingne Büchſe geht. Aus dem Deckel dieſer Büchſe geht dann erſt eine gekrümmte Röhre hervor, welche mit dem zur Glocke führenden Canale Gemeinſchaft hat. Die Abſicht dieſer Einrichtung iſt, zu verhindern, daß, wenn ja durch irgend ein Verſehen einmal, während Queckſilber in der Röhre iſt, die äußere Luft von unten zudränge, daſſelbe nicht in die Maſchine geſpritzt werde, ſondern ſich in der mit einem Kütt überzognen Büchſe ſammle, und wieder in das Gefäß herablaufe. Verſtärkte Elaſticität zu meſſen, iſt eine kleine horizontale gläſerne Röhre angebracht, die an einem Ende zugeſchmolzen, mit dem andern ofnen

aber in Verbindung mit dem Canale iſt, durch den die Luft unter die Glocke geht. In dieſem Canale iſt die Luft eben ſo ſtark verdichtet, als unter der Glocke ſelbſt. Um den Grad der Federkraft zu meſſen, läſt man einen Tropfen Queckſilber in dieſes Röhrchen, aber nicht allzunahe an das zugeſchmolzene Ende, laufen. Hat man nun die Diſtanz des Tropfens von dieſem Ende im natürlichen Zuſtande der Luft gemeſſen, ſo kan man aus der Abnahme dieſer Diſtanz beym Verdichten den Grad der Federkraft nach dem mariottiſchen Geſetze finden. Dieſe Abmeſſungen zu erleichtern, liegt das Röhrchen auf einer elfenbeinernen Scale.

Alle dieſe Einrichtungen geben nur die abſolute Elaſticität der unter der Glocke befindlichen Materie an. Sie würden zugleich die Dichtigkeit angeben, wenn man verſichert ſeyn könnte, daß die ſpecifiſche Elaſticität dieſer Materie während der Arbeit immer dieſelbe bliebe. Dies läſt ſich allenfalls annehmen, wenn man die Luft mit der Pumpe verdichtet, aber nicht, wenn man ſie verdünnt. Denn im letzten Falle ſteigen aus dem Körper der Pumpe elaſtiſche Dämpfe auf, welche die Stelle der Luft einnehmen, und auf den Elaſticitätszeiger mit wirken. Aus dieſem Grunde hat Smeaton, um den Grad der Dichtigkeit oder Verdünnung der Luft zu meſſen, ein ganz anderes Inſtrument angegeben, ſ. Birnprobe.

Diejenigen haben alſo geirret, welche aus dem Elaſticitätszeiger auf die Verdünnung der Luft geſchloſſen haben. Daher entſtehen die großen Unterſchiede zwiſchen den aus der Barometerprobe und den aus der Birnprobe geſchloßnen Verdünnungen. Nairne (Philoſ. Trans. Vol. LXVII. no. 22.) hat die Wirkungen einer Smeatonſchen Luftpumpe durch beyderley Proben unterſucht. Er konnte die Ausleerung der Luft bis über das 1000fache treiben; aber es ſtieg ſo viel Feuchtigkeit und Dampf auf, daß die ganze in der Glocke befindliche Materie kaum über 70 bis 80mal dünner, als die äußere Luft, werden konnte. Die Vergleichung der Birnprobe mit der Barometerprobe beſtimmt, was für ein Theil der ganzen unter der Glocke be-

findlichen Materie aus Luft, und welcher Theil aus aufgeſtiegnen Dämpfen beſtehe.

Karſten Lehrbegrif der geſammten Mathematik, VI. Th. Pnevmatik, 5 Abſch. §. 50 u. f.

Lichtenberg Beſchreibung der Smeatonſchen Luftpumpe, in deſſen Ausgabe der Erxlebenſchen Anfangsgründe der Naturlehre.

Elaſtiſch, Elaſticum, *Elaſtique*. So heißt ein Körper, der in eine andere Geſtalt gebracht, oder in einen engern Raum zuſammengedrückt, ſeine vorige Geſtalt oder ſeinen vorigen Raum wieder einnimmt, wenn die Kraft, welche die Veränderung bewirkte, nachläſt, ſ. Elaſticität.

Es ſind eigentlich alle bekannte Körper elaſtiſch; man pflegt aber insgemein nur diejenigen ſo zu nennen, welche es in ſehr merklichen Graden ſind. Dahin gehören unter den feſten Körpern die Schwämme, Zweige der lebenden Bäume und Pflanzen, die Wolle, Baumwolle, Haare, Federn, das elaſtiſche Harz, die Stahlfedern, elfenbeinerne und marmorne Kugeln, Leder und Häute, Metall- und Darmſaiten, hänfene Seile u. dgl. Unter den flüßigen die Dämpfe und Gasarten.

Die elaſtiſchen feſten Körper heißen auch federharte, federnde Körper.

Elektricität, Electricitas, *Electricité*. Derjenige Zuſtand eines Körpers, in welchem er leichte Körper, die ihm genähert werden, anzieht, und darauf wieder zurückſtößt, gegen gewiſſe ihm genäherte Körper, z. B. den Finger, einen leuchtenden und ſtechenden Funken mit einem kniſternden Schalle giebt, einen Phosphorusgeruch verbreitet, und noch andere bald umſtändlicher anzuführende Wirkungen äußert, auch andere Körper, die mit ihm verbunden werden, in den Stand ſetzt, eben dieſe Wirkungen hervorzubringen. Alles dieſes nennt man elektriſche Erſcheinungen, und den Körper ſelbſt in dieſem Zuſtande elektriſirt.

Man verſteht aber unter dem Worte Elektricität nicht allein dieſen Zuſtand des Körpers, ſondern oft auch die Urſache deſſelben, die uns jedoch, wie die meiſten Urſachen der Erſcheinungen, noch ſehr unbekannt iſt. In dieſem Sinne iſt das Wort Elektricität, wie das Wort Kraft und andere ähnliche, ein bloßer Nothbehelf, um etwas anzuzeigen, das man nicht kennt und doch oft nennen muß, und wird gebraucht, wie man in der Algebra die Buchſtaben x und y zu gebrauchen pflegt.

Ich nehme hier das Wort in dem zuerſt angeführten Sinne für den Zuſtand des elektriſirten Körpers, oder für den Inbegrif der elektriſchen Erſcheinungen. Um nun dieſen Begrif von Elektricität, ſo viel hier möglich iſt, aufzuklären, werde ich zuerſt die elektriſchen Erſcheinungen ſelbſt, nebſt den Mitteln, ſie hervorzubringen, und ihren bisher bekannt gewordenen Geſetzen anführen, zuletzt aber eine kurze Geſchichte der Elektricität und eine Nachricht von den Meinungen der Phyſiker über die Urſache derſelben beyfügen.

Elektriſche Erſcheinungen.

Wenn man eine reine und trockne Glasröhre mit der einen Hand hält, und mit der andern ebenfalls reinen und trocknen Hand oder einem wollenen Lappen durch abwechſelndes Auf- und Niederwärtsſtreichen reibt, dann aber dieſelbe einem kleinen leichten Stückchen Papier, einem Faden, Metallblättchen u. dgl. nähert; ſo wird die geriebene Röhre den leichten Körper zuerſt anziehen, bald darauf wieder von ſich ſtoßen, dann, wenn er den Tiſch berührt hat, ihn aufs neue anziehen, und ſo eine Zeitlang abwechſelnd fortfahren.

Wenn man ſich der elektriſchen Glasröhre mit dem Finger, etwa bis auf einen halben Zoll, nähert, ſo ſieht man zwiſchen beyden einen leuchtenden Funken, der mit einem kniſternden Schalle hervorbricht, und empfindet im Finger etwas, wie das Stechen einer Nadelſpitze.

Iſt die Glasröhre ſehr lange gerieben und ſtark elektriſirt worden, ſo wird man einen ſüßlichen Geruch, wie nach

Harnphosphorus, verſpüren, und wenn man ihr mit dem Geſicht nahe kömmt, etwas fühlen, gleichſam als ob ein feines Spinnengewebe gegen die Haut flöge.

Dieſe angeführten Merkmale, das Anziehen und Zurückſtoßen leichter Körper, der Funken, der Phosphorusgeruch, das Gefühl von Spinnweben ſind die allgemeinſten Kennzeichen der Elektricität. Das erſte zeigt ſich ſchon bey den ſchwächſten Graden derſelben; die beyden letztern aber ſind nur bey den ſtärkern Graden anzutreffen. Andere elektriſche Erſcheinungen äußern ſich nur unter beſondern Umſtänden und Veranſtaltungen.

Eben das erfolgt auch, wenn man ein Stück Bernſtein, Gummi Copal, Porcellan, Siegellack, Schwefel, einen hölzernen wohl ausgetrockneten und gewärmten Stock, ein ſeidnes Band reibt. Man kan überhaupt ſagen, daß es beym Reiben aller Körper erfolge, wiewohl bey ſehr vielen, z. B. bey allen Metallen, in einem höchſt geringen, nur durch beſondere Mittel zu bemerkenden Grade. Solche Körper, wie die oben genannten, die durch Reiben ſtark und merklich elektriſirt werden, heißen **elektriſche, an ſich elektriſche Körper, Nicht-leiter**; die durch Reiben nicht elektriſirt zu werden ſcheinen, wie die Metalle, nennt man **unelektriſche Körper, Leiter.**

Es laſſen ſich alle natürliche Körper in Nicht-leiter und Leiter theilen. Beyſpiele von beyden Claſſen findet man bey den Worten: **Elektriſche Körper, Leiter.** Aber die Grenzen dieſer Claſſen laufen ſo in einander, daß man weder einen vollkommnen elektriſchen Körper, noch einen vollkommnen Leiter kennt, daß ſich durch zufällige Umſtände oft Nicht-leiter in Leiter ꝛc. verwandeln, und daß es bey vielen Körpern, z. B. trocknen Marmorplatten, trocknem nicht gewärmten Holze ꝛc. ungewiß iſt, zu welcher Claſſe ſie gehören. Man nennt dieſe **Halbleiter, ſchlechte Leiter.** Ein merkwürdiger Gebrauch ſolcher Körper iſt bey dem Worte: **Condenſator der Elektricität**, angegeben worden.

Man nennt die Hand, oder überhaupt das, was den elektriſchen Körper reibt, das **Reibzeug**, und eine Ma-

ſchine, die durch ein beſtändiges Reiben ein Glas oder einen andern elektriſchen Körper elektriſiret, eine Elektriſirmaſchine.

Wenn man an das Ende der elektriſirten Glasröhre einen Metalldrath, ſo lang er auch ſey, anbringt, und eine metallne Kugel daran befeſtiget, ſo zeigen Drath und Kugel alle elektriſche Erſcheinungen eben ſowohl, als die Glasröhre ſelbſt. Man ſagt daher, die Elektricität der Glasröhre gehe in die Kugel über, oder theile ſich derſelben mit. Zum Unterſchiede nennt man die durchs Reiben erregte Elektricität des Glaſes urſprüngliche, die in das Metall übergegangene aber mitgetheilte Elektricität.

Verbindet man hingegen die Metallkugel mit der Glasröhre durch eine ſeidne Schnur, ſo giebt in dieſem Falle die Kugel kein Zeichen einer Elektricität von ſich. Man ſieht hieraus, daß die Seide die Elektricität nicht überführe, oder daß ſie die Mittheilung derſelben verhindere. Dies thun alle an ſich elektriſche Körper, und eben das iſt die Urſache, warum ſie auch Nicht-leiter genannt werden. Der Metalldrath im vorigen Falle leitete die Elektricität der Glasröhre in die Kugel; dies thun alle unelektriſche Körper, und eben darum heißen ſie Leiter oder Conductoren.

Wenn ein Körper mit lauter Nicht-leitern umgeben iſt, ſo heißt er iſolirt. Da die trockne Luft unter die Nicht-leiter gehört, ſo iſt ein Körper, der in der Luft an ſeidnen Schnüren hängt, auf einem Glasfuße ſteht, auf trocknem Holze ruht u. dgl., iſolirt. Ein ſolcher Körper kan ſeine Elektricität nicht mittheilen, weil er lauter Nicht-leiter berührt, die ſie nicht überführen können.

Das Waſſer, und alle flüßige Körper, Luft und Oele ausgenommen, ſind gute Leiter. Daher verwandlen ſich alle Nicht-leiter in Leiter, wenn ſie feucht werden. Selbſt die Luft leitet, wenn ſie feucht iſt; dies macht, daß elektriſche Verſuche in feuchten Zimmern ſchlecht oder gar nicht von ſtatten gehen, weil jeder elektriſirte Körper ſeine Elektricität bald an die feuchte Luft, die ihn umringet, abgiebt. Der feuchte Erdboden iſt ein ſehr guter Leiter; durch eine

leitende Verbindung mit demſelben, oder mit einem flie- ßenden Waſſer, welches mit der ganzen Waſſermaſſe der Erdkugel in Verbindung ſteht, vermag man die ſtärkſten Elektricitäten abzuleiten.

Entgegengeſetzte Elektricitäten.

Die Perſon, welche die Röhre reibt, oder überhaupt das Reibzeug, wird durch dieſes Reiben zugleich mit elek- triſiret. Iſt es mit Leitern und durch dieſe mit dem Erd- boden verbunden, ſo wird man ſeine Elektricität zwar nicht wahrnehmen, weil ſie ſich augenblicklich durch die Leiter der Erde mittheilt; iſt es aber iſolirt, ſo zeigt es die elektri- ſchen Erſcheinungen ebenfalls. Aber es findet ſich zwiſchen den Elektricitäten der Röhre und des Reibzeuges der merk- würdige Unterſchied, daß das, was die Röhre anzieht, in eben dem Zuſtande vom Reibzeuge zurückge- ſtoßen wird.

Wenn ein iſolirter leichter Körper, z. B. ein Stückchen Kork, an einem ſeidnen Faden, der Röhre genähert, von ihr angezogen und wieder zurückgeſtoßen worden iſt, ſo wird dieſer Körper, wofern er nicht inzwiſchen einen Lei- ter berührt hat, nicht weiter von der Röhre angezogen, ſon- dern beſtändig zurückgeſtoßen. Nähert man ihn aber in dieſem Zuſtande dem Reibzeuge, ſo zieht ihn dieſes ſtark an. Es ſtößt ihn aber bald hernach wieder ab, und in die- ſem Zuſtande zieht ihn die Röhre ſtark an.

Mehrere iſolirte, z. B. an ſeidnen Fäden hängende, Korkkügelchen, welche die Röhre angezogen und wieder abgeſtoßen hat, ſtoßen ſich unter einander ſelbſt zurück. Auch Kügelchen, welche das Reibzeug angezogen und wie- der abgeſtoßen hat, ſtoßen einander ſelbſt zurück. Beyde behalten dieſes Merkmal der Elektricität, wenn ſie gut iſo- lirt ſind, eine ziemliche Zeit lang. Bringt man aber ein Kügelchen, das die Röhre berührt hat, gegen eines, das das Reibzeug berührt hat, ſo ziehen beyde einander an, und verlieren ihre Elektricität ſofort gänzlich, daß auch nicht die mindeſte Spur davon zurückbleibt.

Wie man Größen, die beym Zuſammenkommen einander vermindern, und, wenn ſie gleich ſind, aufheben, entgegengeſetzte nennt, ſo kan man hier die Elektricitäten des Glaſes und ſeines Reibzeugs als entgegengeſetzte betrachten, und jene mit + E. dieſe mit — bezeichnen. Die angeführten Erſcheinungen geben alsdann den Satz: **Gleichartige Elektricitäten ſtoßen ſich zurück; entgegengeſetzte ziehen ſich an.** Die Glasröhre zog die Korkkugel an, theilte ihr aber ihr + E mit, und ſtieß ſie darauf zurück, weil beyde nun + E hatten. Das Reibzeug zog die andere Kugel an, gab ihr — E, und ſtieß ſie darauf ab, weil beyde — E hatten. Die mehrern Kugeln, die + E hatten, ſtießen einander ab, ſo wie die mehrern, die — E hatten. Aber eine Kugel mit + E und eine mit — E zogen ſich an, und verloren durch die Mittheilung alles E, weil + E — E = o. Dies iſt nichts weiter, als eine kurze und bequeme Art, ſich über die Erſcheinungen auszudrücken, wozu man ſonſt viel mehr Worte braucht.

Reibt man, ſtatt der Glasröhre, eine Stange Siegellack oder einen Harzkuchen mit der Hand, oder noch beſſer mit einem Haſen- oder Katzenbalge, ſo bekömmt das Siegellack, Harz ꝛc. — E, und das Reibzeug, wenn es iſolirt iſt, + E. Denn eine Korkkugel, der man an einer geriebenen Glasröhre + E gegeben hat, wird von einer andern, die das Siegellack berührt hat, angezogen, und von der, die das Reibzeug des Siegellacks berührt hat, abgeſtoßen.

Daher hat du Fay, der die entgegengeſetzten Elektricitäten zuerſt bemerkte (Mém. de Paris 1733.), ihnen die Namen der Glas- und Harzelektricität (*electricité vitrée et réſineuſe*) beygelegt; Franklin nannte ſie poſitive und negative oder Plus- und Minus-Elektricität, und Herr **Lichtenberg** (Comment. ſuper nova methodo etc. in Commentat. Soc. Gotting. Claſſ. Mathem. To. I.) hat dafür die bequemen Bezeichnungen + E und — E eingeführet.

Das Reibzeug zeigt, wenn es iſolirt iſt, allezeit die entgegengeſetzte Elektricität von derjenigen, welche der geriebene elektriſche Körper erhalten hat. Man kan aber faſt allen elektriſchen Körpern nach Gefallen + E oder — E geben, je nachdem man das Reibzeug anders wählt, oder den Druck beym Reiben verſtärkt. Kleine Veränderungen auf der Oberfläche der Körper, ein verſchiedener Grad der Trockenheit, oder eine verſchiedene Anwendung einer und ebenderſelben Materie bringen oft eine ganz andere Elektricität hervor. Doch ſcheint die Regel ſich gröſtentheils zu beſtätigen, daß beym Aneinanderreiben zwoer Materien die am meiſten elektriſche oder die glätteſte + E, die am wenigſten elektriſche oder die rauheſte aber — E erhalte. Glattes Glas erhält + E von jedem Reibzeuge, nur vom Katzenbalge, welcher in hohem Grade elektriſch iſt, wird es — E. Mattgeſchliffenes Glas hingegen erhält, mit Wollenzeuge, Holz, Papier, Siegellack und der Hand gerieben, — E. Das Siegellack erhält von jedem Reibezeuge — E. Gedörrtes Holz mit Flanell gerieben, erhält — E, mit Seide + E. Sind ſich ein paar elektriſche Körper völlig gleich, und werden an einander gerieben, ſo wird der ſtärker geriebene — E, der andere + E Ein ſeidnes Band A z. B., das man über einem andern völlig gleichen ſo hin und herzieht, daß das ganze A nur einen kleinen Theil von B reibt, erhält + E, B hingegen — E.

Die ſeidnen Bänder und Strümpfe zeigen in dieſer Abſicht ſehr merkwürdige und auffallende Erſcheinungen, welche von Symmer (Philoſ. Transact. Vol. LI. P. I. no. 36.) und Cigna (Miſcell. ſociet. Taurinenſis, ann. 1765. S. 31. u. f.) beſchrieben worden ſind. Ueberhaupt ſcheinen ſeidne Bänder, zwiſchen zween Leitern gerieben, — E, zwiſchen zween elektriſchen Körpern aber, die durch Reiben negativ elektriſirt werden, + E zu erhalten. Weiße Bänder zwiſchen Glas und einem Leiter erhalten ſchwach gerieben + E, ſtark gerieben — E. Legt man zwey weiße Bänder über einander, und reibt ſie ſo zwiſchen zwoen verſchiednen Flächen, ſo wird dasjenige, welches Glas oder

Leiter berührt hat, — E. das, ſo Siegellack, Schwefel, ſchwarze Seide, Holz ꝛc. berührt hat, + E erhalten. Schwarze Seide neigt ſich mehr zu — E, weiße zu + E; ob es gleich nicht ſowohl auf die Farbe, als auf die färbende Materie ankömmt, indem weiße Seide, in Gallaäpfeldecoct getaucht, ſich völlig, wie ſchwarze, verhält. Wenn man daher ſchwarze Seide an weißer reibt, ſo erhält die erſte — E, die letztere + E.

Zieht man bey kaltem trocknen Wetter einen weißen und einen ſchwarzen ſeidnen Strumpf (beyde wohl getrocknet) über einander, trägt ſie einige Stunden lang, zieht ſie dann zuſammen aus, und nun ſo aus einander, daß man den äußern nur am untern, den innern nur am obern Ende berührt, ſo hat der weiße + E, der ſchwarze — E. Zween ſo behandlete weiße Strümpfe ſtoßen einander ab, eben ſo zween ſchwarze. Ein weißer und ein ſchwarzer aber ziehen einander an. Hält man ſie in einiger Entfernung von einander ſo blaſen ſie ſich durch die Wirkung des Anziehens dergeſtalt auf, daß ſie die völlige Geſtalt des Beins zeigen. Bringt man ſie näher an einander, ſo fahren ſie mit Gewalt zuſammen, das Aufblaſen verſchwindet, und ſie liegen platt und dicht an einander. Alles dies erfolgt völlig dem oben angeführten Geſetze des Anziehens und Abſtoßens gemäß.

Es iſt aber ſehr ſchwer, überhaupt anzugeben was für eine Elektricität erfolgen werde, wenn man zween gegebne Körper an einander reibt und die beygebrachten Regeln leiden ſehr viele Ausnahmen. Wenn gleich ſonſt ſeidne Bänder, zwiſchen zween Leitern gerieben, — E erhalten, ſo nehmen ſie doch, zwiſchen Goldpapier gerieben, + E an u. dgl. Selbſt der Satz, daß das Reibzeug die entgegengeſetzte Elektricität von der des geriebnen Körpers erhalte, ſcheint Ausnahmen zu leiden. Federkiele, an einander gerieben, erhalten oft beyde + E. Nach Adams (Verſuch über die Elektr. S. 3.) ſoll, wenn man eine Siegellackſtange zerbricht, das eine Ende + E, das andere — E zeigen. Herr Lichtenberg (Erxleb. Naturl. Anm. zu §. 514.) bemerkt aber ſehr richtig, daß insgemein das

eine Ende ſtark — E, das andere ſchwach — E, oder faſt gar kein E zeige. Die ganze Stange nemlich hatte durchs Anfaſſen mit der Hand vor dem Zerbrechen — E erhalten; dies ward beym Zerbrechen in dem einen Ende verſtärkt, in dem andern nur geſchwächt, weil das entſtandne + E nicht hinreichend war, es ganz zu zerſtören. Dieſes Beyſpiel zeigt, wie ſchwer ſolche Verſuche ſind, deren Reſultate durch die geringſten Umſtände verändert werden können.

Man hat aus den hierüber von **Boulanger, Wilſon, Wilke, Bergmann** u. a. angeſtellten Verſuchen Tabellen gezogen, in denen ſich leicht überſehen läſt, welche Elektricität gegebne Körper erhalten, wenn ſie mit andern gegebnen gerieben werden. **Cavallo**, auch **Lichtenberg** haben ſolche Tabellen mitgetheilt, ingleichen **Donndorf** (Lehre von der Elektricität, Erfurt 1784. 8.).

Daß übrigens die beyden erwähnten Elektricitäten den Namen der entgegengeſetzten in der That verdienen, erhellet außer dem ſchon oben angeführten aus noch mehrern Verſuchen. Zwiſchen zween Körpern, wovon der eine + E, der andere in gleichem Grade — E zeigt, ſpielt ein dritter leicht beweglicher, z. B. eine Korkkugel an einem ſeidnen Faden hängend, hin und her, und wird wechſelsweiſe von dem einen und dem andern angezogen und abgeſtoßen. Dadurch wird immer ein Theil der Elektricität des einen in den andern übergeführt, bis endlich beyde ihre Elektricitäten völlig verloren haben. Auch wird ein iſolirter Leiter gar nicht elektriſirt, wenn er mit einem + E und einem gleich ſtarken — E zugleich verbunden iſt. Die Zeichen + und — ſind alſo hier nicht blos willkührlich, ſondern **wiſſenſchaftlich**. Sie drücken Zuſtände aus, die bey der Verbindung mit einander ſich vermindern, und wenn ſie gleich ſind, aufheben.

Man kennt und unterſcheidet ſie am leichteſten vermittelſt der gewöhnlichen Elektrometer aus Korkkügelchen, die an leinenen Fäden von einem Glasſtäbchen herabhängen, ſ. **Elektrometer**. Hat man dieſe Kügelchen an eine geriebene Glaskugel oder an einen mit derſelben verbunde-

nen Leiter gebracht, ſo haben ſie + E erhalten, und ſtoßen einander ſelbſt zurück. In dieſem Zuſtande ſind ſie geſchickt, die Elektricität eines jeden Körpers damit zu unterſuchen. Sie iſt + E, wenn der Körper die Kugeln zurückſtößt, — E, wenn er ſie anzieht. Man ſieht leicht, daß ſich eben dieſe Unterſuchung auch mit Kugeln, welche — E haben, anſtellen läſt; der unterſuchte Körper hat — E, wenn er dieſe Kugeln zurückſtößt, + E, wenn er ſie anzieht.

Inzwiſchen kan dieſe Unterſuchung trügen, wenn die Elektricitäten des Elektrometers und des unterſuchten Körpers an Stärke ſehr ungleich ſind, weil alsdann der Einfluß der Wirkungskreiſe ſehr ſtark wird, ſ. **Wirkungskreiſe, elektriſche.** Man thut alſo am beſten, wenn man das Elektrometer nicht unmittelbar an den zu unterſuchenden Körper ſelbſt, ſondern an ein anderes Elektrometer bringt, das mit dieſem Körper in Berührung geweſen iſt, wobey der Erfolg übrigens der nemliche bleibt.

Sonſt unterſcheiden ſich beyde Elektricitäten auch in Abſicht auf die Erſcheinungen ihres Lichts im Dunkeln. Wenn man einem poſitiv elektriſirten Körper eine leitende Spitze entgegen hält, ſo zeigt ſich an derſelben ein leuchtender **Punkt** oder **Stern.** Hält man hingegen eben dieſe Spitze gegen einen Körper, der — E hat, ſo zeigt ſich ſtatt des Sterns ein **Feuerbüſchel**, deſſen Stralen von der Spitze aus divergiren. Iſt der elektriſirte Körper ſelbſt mit einer Spitze verſehen, und hält man einen platten Leiter dagegen, ſo ſind die Erſcheinungen umgekehrt; der Stern zeigt ſich, wenn der Körper — E, der Feuerbüſchel, wenn er + E hat. Sind beyde, ſowohl der elektriſirte Körper, als der Leiter, zugeſpitzt, ſo zeigt ſich am Körper eben dieſe Erſcheinung, am Leiter die entgegengeſetzte. So giebt **Beccaria** (Elettricismo artificiale, 1753. 4. S. 63.) die Erſcheinungen an, und ihm folgen **Cavallo** und die meiſten Vertheidiger des Frankliniſchen Syſtems; nach andern Experimentatoren aber iſt das, was hier der Stern heißt, ebenfalls ein Feuerbüſchel, nur nicht ſo groß, als jener, und mit weniger Geräuſch begleitet. In dem Falle wenigſtens, da zwo Spitzen gegen einander gekehrt ſind,

iſt gar nicht zu läugnen, daß man an beyden Feuerbüſchel ſieht, welche ihre Grundflächen gegen einander kehren; obgleich der größere allemal an derjenigen Spitze iſt, welche + E hergiebt, oder — E annimmt.

Man hat auch darinn einen Unterſchied zwiſchen dem + E und — E finden wollen, daß ſich bey verſchiedenen Verſuchen ein Ausſtrömen einer Materie aus denjenigen Körpern, welche + E haben, und ein Eindringen in diejenigen, welche — E haben, zeige; gerade ſo, als ob das + E in einem Ueberfluſſe, das — E aber in einem Mangel dieſer Materie beſtünde. Ich geſtehe aber, daß mich noch keiner dieſer Verſuche von der Wahrheit der gedachten Behauptung hat überführen können. Viele Wirkungen der Elektricität ſcheinen auch ſo zu erfolgen, als ob aus denjenigen Körpern, welche — E haben, etwas ausgienge, wenn ſie dieſes — E verlieren, und überhaupt läſt ſich bey den elektriſchen Verſuchen die Richtung der leuchtenden Ströme und Funken gar nicht mit Deutlichkeit unterſcheiden.

Wenn man elektriſchen Scheiben durch aufgeſetzte metallene Körper Elektricität mittheilet, und dann dieſe Scheiben mit Harzſtaub, Bärlapp, oder einem andern elektriſchen Pulver dünn beſtreuet, ſo bildet dieſes Pulver Sterne, Sonnen und andere Figuren, welche bey + E ganz anders, als bey — E, ausfallen. Herr Prof. Lichtenberg (Nov. Comm. ſoc. Gotting. To. III. p. 168. ingl. Commentat. Soc. Gotting. Claſſ. Mathem. To. I.) hat dieſe Figuren für beyderley Elektricitäten beſchrieben und abbilden laſſen.

Erregung der urſprünglichen Elektricität.

Die Mittel, in elektriſchen Körpern die urſprüngliche Elektricität zu erregen, ſind das Reiben, bey einigen das Schmelzen, und das Erwärmen oder Erkälten.

Das Reiben iſt das allgemeinſte und gewöhnlichſte derſelben. Faſt alle an einander geriebene Materien er-

halten einige Elektricität. Nur vertheilt ſich dieſelbe, wenn es Leiter ſind augenblicklich durch die ganze Subſtanz derſelben, und wird daher ſehr gering, da hingegen in den Nichtleitern ein Theil den andern iſolirt, und der erregten Elektricität nicht erlaubt, ſich zu verbreiten. Man reibt die Nicht-leiter an den Reibzeugen entweder blos mit Hülfe der Hand, oder durch eigene Maſchinen, von denen der Artikel: Elektriſirmaſchine, ausführlichere Nachricht geben wird. Iſt das Reibzeug iſolirt, ſo erhält man nie eine ſtarke Elektricität; man muß es daher, um beträchtlichere Grade zu erhalten, durch gute Leiter mit der feuchten Erde verbinden.

Durch das Schmelzen kan man die Elektricität des Schwefels, Wachſes, Siegellacks, der Chokolate ꝛc. erregen. Schwefel in einem irdenen Gefäße geſchmolzen, auf einem Leiter abgekühlt, und dann aus dem Gefäße genommen, wird ſtark elektriſirt. In einem gläſernen Gefäße geſchmolzen und abgekühlt, erhält er ein ſtarkes — E, und das Glas + E, beſonders, wenn die Abkühlung auf Leitern geſchehen, oder das Glas mit Metall belegt geweſen iſt. Geſchmolzener Schwefel in metallne Gefäße gegoſſen, zeigt abgekühlt keine Elektricität, nimmt man ihn aber heraus, ſo hat er + E, das Metall — E. Die Elektricität hört auf, ſobald man ihn wieder ins Gefäß ſetzt. Chokolate, zerlaſſen und in zinnernen Pfannen abgekühlt, wird ſtark elektriſirt, behält auch, wenn man ſie herausnimmt, dieſe Eigenſchaft eine Zeitlang. Sie wird von neuem elektriſiret, wenn man ſie wiederum zerläſt, und auf Zinn abkühlet, und wenn ſie nach einigen Wiederholungen dieſe Eigenſchaft verliert, ſo kan man ihr dieſelbe durch etwas Baumöl wiedergeben.

Dieſe Erregung der Elektricität durch Schmelzen läſt ſich vielleicht aufs Reiben zurückführen; denn ein geſchmolzener Körper kan nie ohne Reiben erhärten oder vom Gefäße getrennt werden, auch geſchieht hier das Reiben unter ſehr vortheilhaften Umſtänden, nemlich bey genauer Berührung und höchſter Trockenheit.

Durch bloßes Erwärmen und Abkühlen laſſen ſich der Turmalin, der mit ihm verwandte Schörl und ſehr viele Edelſteine elektriſiren, ſ. Turmalin.

Man weiß nunmehr auch mit Gewißheit, daß Aufbrauſen und Ausdünſtung Elektricität erzeuge. Kirwan that Eiſenfeile in ein iſolirtes Gefäß, und das Elektrometer zeigte —E, ſobald er Vitriolöl darauf goß. De Nachy fand feuchten Zwirn elektriſirt, ſobald er anfieng auszudünſten. Ein iſolirtes Feuerbecken mit Kohlen zeigt —E, wenn Waſſer auf die Kohlen gegoſſen wird, ein Zeichen, daß der aufſteigende Dampf +E habe.

Mittheilung der Elektricität.

Ein elektriſirter Körper theilt ſeine Elektricität andern ihn berührenden mit, und verliert dadurch ſo viel, als er mitgetheilt hat. Iſt er ein Leiter, ſo vertheilt ſich dieſer Verluſt durch ſeine ganze Subſtanz, und alle ſeine Theile zeigen nun die elektriſchen Erſcheinungen ſchwächer; iſt er aber ein Nicht-leiter, ſo betrift der Verluſt nur die berührte Stelle, weil der Körper nicht ſeine ganze Elektricität von den übrigen Theilen bis an dieſe Stelle zuſammen leiten kan. So benimmt man einer geriebnen Glasröhre durch Berühren mit dem Finger ihre Elektricität nur an dieſer Stelle; um ſie ihr ganz zu entziehen, muß man ſie mehreremal und an vielen Stellen berühren. Einem Metallſtabe aber entzieht die Berührung eines mit der Erde verbundenen Leiters alle ſeine Elektricität auf einmal.

Wie viel ein Körper durch Berührung anderer verliert, das kömmt darauf an, ob dieſe andern viel oder wenig annehmen. Ein Nicht-leiter nimmt faſt nichts oder ſehr wenig an, und dies nur an der berührenden Stelle; ein Leiter nimmt mit ſeiner ganzen Subſtanz oder Fläche an, und wenn er mit der Erde in einer leitenden Verbindung ſteht, daß alſo die ganze leitende Materie des Erdbodens mit in dieſe Subſtanz einzurechnen iſt, ſo nimmt er an, ſo viel er bekommen kan, und erſchöpft die ſtärkſten Grade von Elektricität.

Iſt aber der die Elektricität annehmende Leiter iſolirt, ſo theilt ihm ein anderer elektriſirter Leiter, der von ihm berührt wird, nur einen gewiſſen Theil ſeiner Elektricität mit. Man ſollte vermuthen es werde ſich hiebey die Mittheilung der Elektricität nach der Größe der Maſſen richten, aber die Verſuche zeigen vielmehr, daß ſie nach dem Verhältniſſe der Oberflächen und der Ausdehnungen in die Länge erfolge. Berühren einander zween iſolirte Leiter, deren Oberflächen gleich und ähnlich ſind, ſo vertheilt ſich die Elektricität unter beyde gleichförmig. Sind die Oberflächen gleich, aber unähnlich, z. B. ein Quadratfuß Zinnfolie in regulärer Geſtalt, und ein Quadratfuß davon in Form eines langen Streifs, ſo wird der lange Streif mehr Elektricität, als das Quadrat, erhalten. Sind endlich die Oberflächen ungleich und unähnlich, ſo ſind die erhaltenen Elektricitäten im zuſammengeſetzten Verhältniß der Oberflächen und der Längen.

Die ſtärkern Grade der Elektricität durchdringen gute Leiter von beträchtlicher Länge mit einer bewundernswürdigen und faſt unbegreiflichen Geſchwindigkeit; ſchwächere Grade ſcheinen doch einige Zeit zu brauchen, wenn ſie lange und unvollkommne Leiter durchdringen ſollen.

Es folgt aus dieſen Sätzen ſehr natürlich, daß man, um die Elektricität eines Körpers eine Zeitlang zu erhalten, ihn iſoliren oder mit lauter Nicht-leitern umringen müſſe, die wenig oder nichts von ſeiner Elektricität annehmen. Daß die Luft ein ſolcher iſt, kömmt uns ſehr zu ſtatten. Wäre ſie ein Leiter, ſo würde man faſt gar keine elektriſche Verſuche anſtellen können; jeder Körper würde ſeine Elektricität ihr augenblicklich mittheilen. So aber iſt ein Körper in der Luft iſolirt, wenn er an ſeidnen Schnüren hängt, auf Glas oder Pech ſteht u. ſ. w. Da aber doch die Luft etwas Elektricität annimmt, und überdies leitende Theilchen in ihr ſchweben, ſo verliert jeder Körper, auch iſolirt, ſeine Elektricität nach einiger Zeit, und dies gar bald, wenn die Luft feucht und mit Dünſten erfüllt iſt.

Die Mittheilung geſchieht aber nicht allein bey der Berührung, ſondern auch ſchon in einiger Entfernung.

In dieſem Falle iſt ſie mehrentheils ſichtbar, wenigſtens im Dunkeln, und erfolgt entweder durch Uebergang in Geſtalt eines Funkens, oder durch Ueberſtrömen in Geſtalt eines Lichts oder Feuerbüſchels. Man kan im Ganzen genommen behaupten, daß Funken entſtehen, wenn die Enden der einander genäherten Körper ſtumpf oder abgerundet ſind, daß ſich Ströme oder Feuerbüſchel zeigen, wenn beyde Körper, oder auch nur einer, ſich in Spitzen enden und daß die ebne oder platte Geſtalt der genäherten Flächen der Mittheilung ſehr ungünſtig ſey.

Wenn nemlich einem elektriſirten Körper in gehöriger Entfernung ein anderer nicht elektriſirter, vorzüglich ein Leiter, dargeſtellt wird, ſo äußert ſich zwiſchen beyden eine Anziehung, die deſto ſtärker wird, je näher ſie einander kommen (iſt der eine Körper leicht genug, ſo reißt ihn dieſe Anziehung bis zum andern fort). Wird endlich die Anziehung ſehr ſtark, und ſind die Körper abgerundet, ſo entſteht zwiſchen beyden der elektriſche Funken, durch welchen ſo viel Elektricität übergeht oder mitgetheilt wird, als zu Herſtellung des Gleichgewichts zwiſchen beyden Körpern nöthig iſt, ſ. Funken, elektriſcher. Die Weite, in welcher dieſes geſchieht, heißt die Schlagweite. Nachher findet man die Elektricität eben ſo unter beyde Körper vertheilt, als ob ſie ſich berührt hätten. Sind z. B. beyde Körper Leiter, und iſt der, der den Funken empfieng, mit der Erde verbunden, ſo wird durch denſelben die ganze Elektricität hinweggenommen. Iſt der elektriſirte Körper ein Nicht-leiter, ſo iſt der Funken ſchwach; er theilt nemlich nur die Elektricität derjenigen Stellen mit, welcher der andere Körper am nächſten kömmt.

Bey Verſuchen, wo man ſtarke Funken, oder überhaupt ſtarke Uebergänge der Elektricität zur Abſicht hat, werden aus dieſem Grunde die Funken nie aus dem geriebenen Nicht-leiter ſelbſt gezogen. Man verbindet vielmehr mit dem geriebenen Körper einen iſolirten metalliſchen Leiter, welchem jener ſeine Elektricität mittheilen muß, und aus dem man die Funken ziehet. Dies iſt der ſogenannte

Hauptleiter, erſte Leiter, Conductor, deſſen Einrichtung bey dem Worte: Elektriſirmaſchine, beſchrieben wird.

Endiget ſich der Leiter, der dem elektriſirten Körper entgegengeſtellt wird, in eine Spitze, ſo entſteht nicht ſo leicht ein Funken, aber die Mittheilung erſtreckt ſich nun auf eine viel größere Weite, und erfolgt durch ein anhaltendes oft mit einem Geräuſch begleitetes Ueberſtrömen, wobey ſich im Dunkeln die oft erwähnten Feuerbüſchel zeigen. Eben dies geſchieht, wenn der elektriſirte Körper ſelbſt ein Leiter und in eine Spitze geendet iſt, auch wenn beyde Körper ſpitzig ſind. Eben dies ſind die Fälle, wo nach einigen die + E verlierende oder — E erhaltende Spitze einen Feuerbüſchel, die — E verlierende oder + E erhaltende hingegen einen Stern oder Punkt zeigen ſoll. Mittheilende und annehmende Spitzen zeigen allezeit Licht, nur ausgebreiteter und ſtärker, wenn ſie + E, als wenn ſie — E hergeben. Auch fühlt man an der Spitze eine gelinde Bewegung der Luft, wie ein Blaſen, das allezeit von der Spitze aus niemahls auf ſie zu geht. Uebrigens wird von dieſem Phänomen bey dem Worte Spitzen beſonders gehandlet werden.

Platte Flächen theilen ſich, wenn ſie einander genähert werden, die Elektricität nur ſchwerlich mit, und wenn ein Funken oder ein Ausſtrömen entſteht, ſo geſchieht dies am erſten an einer Stelle, wo etwa auf der einen oder andern Fläche eine Erhabenheit hervorragt. Auf einen geriebenen Harzkuchen kan man eine glatte Metallplatte ganz aufſetzen, und eine Zeitlang ſtehen laſſen, ohne daß ſie dem Kuchen das geringſte von ſeiner Elektricität entzöge, ſ. Elektrophor.

Wenn den Nicht-leitern Elektricität mitgetheilt wird, ſo breitet ſich dieſelbe nicht über ihre ganze Fläche aus, ſondern bleibt auf die Stelle, die ſie getroffen hat, eingeſchränkt. Um die Mittheilung ſtärker zu machen, und über die ganze Oberfläche zu verbreiten, pflegt man die Flächen der Nicht-leiter mit einer leitenden Materie, z. B.

mit Zinnfolie, Goldblättchen, u. dergl. zu belegen, ſ. Flaſche, geladne.

Wenn iſolirten thieriſchen Körpern eine ſtarke Elektricität mitgetheilt wird, ſo geht ihr Puls ſchneller, ihre Ausdünſtung wird befördert, und die Abſonderungen in den Drüſen werden vermehrt, ſ. Elektricität, mediciniſche.

Pflanzen, Früchte, Waſſer und andere der Ausdünſtung unterworfene Körper dünſten ebenfalls ſtärker, wenn ſie in iſolirtem Zuſtande elektriſiret werden. Dadurch befördert die Elektricität das Wachsthum der Pflanzen, wie zuerſt Maimbray in Edinburg und Nollet (Recherches ſur les cauſes des phénomenes electr. Paris 1749. 4. S. 356.) gefunden haben. Daß aber mit Hülfe der Elektricität Subſtanzen durch die Zwiſchenräume des Glaſes ausdünſten können, iſt ein Irrthum. Pivati in Venedig elektriſirte Glasröhren, in die er Arzneyen einſchloß, und glaubte Kranke dadurch geheilt zu haben; auch Winkler in Leipzig glaubte zu finden, daß Schwefel, Zimmet, peruvianiſcher Balſam u. dgl. durch elektriſirte Glaskugeln ausdufteten; es ward aber dies alles durch Nollets, Watſons und Bianchini Verſuche gänzlich widerlegt.

Waſſer, das aus iſolirten Gefäßen durch enge Röhren ausläuft, wird durch Mittheilung der Elektricität ſchneller herausgetrieben. Sind es Haarröhrchen, durch welche das Waſſer im natürlichen Zuſtande nur tröpfelt, ſo wird durch die Elektricität ein ununterbrochener Strom hervorgebracht, der ſich noch in viele andere Stralen zertheilt; die Elektricität treibt ſogar das Waſſer aus den engſten Haarröhrchen, durch welche es vorher nicht einmal durchzutröpfeln im Stande war (*Nollet* Recherches S. 327.)

Wenn man einem durch die Luftpumpe gemachten luftleeren Raume Elektricität mittheilt, ſo durchdringt ſie ihn faſt eben ſo frey, als den beſten Leiter, und zeigt dabey ein ſehr ausgebreitetes ſtarkes Licht. Ein elektriſcher Feuerbüſchel, der in einen ſolchen Raum ſtrömt, breitet ſich aus, und erfüllt alles mit Lichte. Eine luftleere Glasröhre zeigt gerieben, oder an einen elektriſirten Leiter ge-

halten, ein ſtarkes dem Wetterleuchten ähnliches Licht. Daher hat auch Hawksbee das Leuchten der Barometer ſehr richtig für eine elektriſche Erſcheinung erklärt. Beym Schütteln nemlich reibt das Queckſilber die innere Fläche des Glaſes, erregt ihre Elektricität, und da der Raum luftleer iſt, ſo entſteht ein ſtarkes Licht. Man hat luftleere Glasröhren, welche ein wenig Queckſilber enthalten. Sie leuchten im Dunkeln, wenn man das Queckſilber hin und her laufen läſt; Hawksbee und nachher Johann Bernoulli (De mercurio lucente in vacuo. Opp. Tom. II. n. 112.) haben ihnen den Namen des Queckſilber-Phosphorus gegeben. Eben dies geſchieht im Barometer. Ludolf in Berlin zeigte, daß die Barometerröhre während des Leuchtens Papierchen anzog, wenn der äußere Raum luftleer, d. i. leitend war. Muſſchenbroek (Eſſai de phyſique, Leid. 1751. 4. p. 640.) hat aber ſehr richtig bemerkt, daß das Leuchten im völlig luftleeren Raume nicht ſtatt finde. Wenn ein recht gutes Barometer nicht leuchtet, ſo kan man es durch eine hineingelaſſene Luftblaſe leuchtend machen. Dies beſtätigen auch neuere Verſuche. Wenn man ein Barometer zweymal auskocht, ſo leuchtet es gemeiniglich nach dem zweyten Kochen ſtärker; kocht man es aber zum drittenmale, ſo wird das Leuchten ſchwächer, oder hört ganz auf, weil nun die Luft ganz weggenommen iſt. In dem Boyliſchen Vacuum aber, welches ſeiner Natur nach nie ganz ohne Luft iſt, zeigt ſich das elektriſche Licht allezeit ſehr lebhaft. Wenn man übrigens unter die Glocke der Luftpumpe eine kleine Elektriſirmaſchiene bringt, ſo zeigen ſich die elektriſchen Erſcheinungen eben ſo, wie in freyer Luft.

Elektriſche Wirkungskreiſe und Vertheilung der Elektricität.

Die ſonderbarſten Erſcheinungen der Elektricität, welche für die Naturforſcher lange Zeit räthſelhaft geblieben ſind, hängen von den Geſetzen der elektriſchen Wirkungskreiſe ab, deren richtige Unterſcheidung von den bis-

her angegebnen Geſetzen und Wirkungen der Mittheilung, der Schlüſſel zu allen Geheimniſſen dieſer Lehre iſt.

Ein elektriſirter Körper nemlich wirkt auf andere Körper ſchon in Entfernungen, welche für die Mittheilung viel zu groß ſind. Der Raum, durch welchen ſich dieſe Wirkung erſtreckt, heißt ſein Wirkungskreis, oder nach andern ſeine elektriſche Atmoſphäre. Das Hauptgeſetz, nach dem ſich dieſe Wirkung richtet, iſt folgendes.

Jeder elektriſirte Körper ſucht in denjenigen Körpern, welche in ſeinen Wirkungskreis kommen, eine der ſeinigen entgegengeſetzte Elektricität zu erwecken.

Dieſes Geſetz, welches unzählbare Erfahrungen beſtätigen, iſt eine ganz neue Quelle von Wirkungen, die von den Wirkungen der Mittheilung ſehr weit unterſchieden ſind. Man kan ſie unter dem Namen Vertheilung der Elektricität zuſammenfaſſen, und der Mittheilung entgegenſetzen. Ein Körper, der + E hat, giebt andern ihm genäherten durch die Vertheilung — E, und verliert dabey nichts von ſeinem + E; innerhalb der Schlagweite aber giebt er ihnen durch die Mittheilung + E. und verliert dabey von ſeinem + E.

Iſt der Körper, der in den Wirkungskreis eines elektriſirten gebracht wird, ein Nicht-leiter, ſo wird er zwar an dem Ende, das zunächſt gegen jenen Körper gekehrt iſt, die dem Geſetze gemäße Elektricität erhalten, aber dies wird ſich wegen des Widerſtandes, den die Nicht-leiter der Vertheilung der Elektricität entgegenſetzen, nur auf eine geringe Weite erſtrecken, und nicht ſehr ſtark ſeyn. Weiter hin wird der Nicht-leiter abwechſelnde Zonen von + E und — E erhalten, deren immer eine durch den Wirkungskreis der andern entſteht. Eine lange Glasröhre z. B. gegen ein + E gehalten, wird am nächſten Ende auf einige Zoll weit — E, dann einige Zoll weit + E, dann wieder — E u. ſ. f. zeigen, welche Elektricitäten aber weiter hin immer ſchwächer werden, und ſich endlich ganz verlieren. Die nicht-leitende Eigenſchaft des Glaſes nemlich verhindert den wirklichen Uebergang, und ſo zeigen ſich blos die

Wirkungen der Atmoſphären, welche abwechſelnd ſind, weil jede folgende Zone im Wirkungskreiſe der vorhergehenden liegt.

Iſt es aber ein Leiter, den man in einen elektriſchen Wirkungskreis bringt, ſo wirkt die Vertheilung freyer, und das gegen den elektriſirten Körper gekehrte Ende nimmt auf eine beträchtliche Weite die dem Geſetze gemäße Elektricität an. Was das andere Ende betrift, ſo hat man zu unterſcheiden, ob der Leiter iſolirt, oder mit der Erde verbunden iſt. Iſt er iſolirt, ſo erhält das andere Ende die entgegengeſetzte Elektricität; iſt er mit der Erde verbunden, ſo zeigt es gar keine, oder man kan eigentlich, weil der Leiter itzt mit der Verbindung ein einziges Ganzes ausmacht, das andere Ende gar nicht finden. Es wird der Mühe werth seyn, hierüber einen Verſuch anzuführen.

Man iſolire eine Metallſtange von 2 Schuh Länge, hänge über das eine Ende einen leinenen Faden mit zwo Korkkugeln, und bringe eine geriebene Glasröhre gegen das andere Ende bis 3 Zoll weit. Bey Annäherung der Röhre gehen die Kugeln aus einander, und haben + E. Nemlich, das Ende, bey dem die Glasröhre mit ihrem + E iſt, bekömmt durch den Wirkungskreis der Röhre, dem Geſetze gemäß, — E; das andere Ende, wo die Kugeln hängen, + E. Nimmt man die Röhre weg, ſo fallen die Kugeln zuſammen, und es bleibt keine Spur von Elektricität mehr in der Stange zurück — ein Beweis, daß nichts in die Stange gekommen, ſondern blos das natürliche Gleichgewicht ihrer Elektricität durch den Wirkungskreis der Röhre geſtört worden war, welches ſich bey weggenommener Röhre wiederherſtellt.

Man ändere aber den Verſuch ab, und berühre während der Zeit, da die Röhre noch da iſt, und die Kugeln mit + E aus einander gehen, das Ende, wo ſie hängen, mit dem Finger oder einem mit der Erde verbundenen Leiter, ſo fallen die Kugeln zuſammen, und bleiben bey einander, auch wenn man den Finger wegnimmt. Das

Ende der Stange nemlich theilt ſein ganzes + E dem Leiter mit, und verliert dadurch alle Elektricität, indem das andere Ende im Wirkungskreiſe der Glasröhre noch immer — E behält. Nunmehr nehme man auch die Röhre weg, ſo gehen die Kugeln ſogleich mit — E aus einander, und die ganze Stange iſt negativ elektriſiret. Nemlich das — E, das vorher nur an dem Ende bey der Glasröhre war, vertheilt ſich jetzt durch die ganze Stange, als durch einen Leiter.

So kan alſo die Vertheilung ein Mittel werden, Elektricität hervorzubringen, ohne daß darum ein elektriſirter Körper Elektricität verlieren darf, d. i. ohne Mittheilung. Die Stange ward blos durch den Wirkungskreis der Glasröhre und durch Berührung mit Leitern, d. i. durch Verbindung mit der Erde elektriſirt, und die Glasröhre hat dadurch nicht das mindeſte von ihrem + E verlohren. Man ſieht leicht, daß eine geriebene Siegellackſtange, ſtatt der Glasröhre gebraucht, eben ſo wirken wird, nur daß jetzt + E für — E, und — E für + E zu ſetzen iſt. Dies erklärt die Erſcheinungen des Elektrophors, ſ. Elektrophor.

Bringt man in den Wirkungskreis eines elektriſirten Körpers einen andern ſchon elektriſirten, ſo werden ſich ebenfalls Erſcheinungen zeigen, die dem Geſetze völlig gemäß ſind. Wird der Körper mit der Erde verbunden, ſo wird er ſeinen Zuſtand wirklich dem Geſetze gemäß ändern; iſt er iſolirt, ſo wird er ihn ſo viel ändern, als die Umſtände zulaſſen, und übrigens ihn noch mehr zu ändern fähig werden. Bringt man z. B. ein + E in den Wirkungskreis eines — E, ſo wird das + E, wenn es mit der Erde verbunden wird, ſtärker + E werden; wenn es iſolirt iſt, wird es wenigſtens fähiger werden, mehr + E anzunehmen, und unfähiger, + E zu verlieren oder mitzutheilen, d. h. mit andern Worten, es wird mehr Capacität, aber weniger Inteſität ſeines + E erhalten. Dies erklärt die Eigenſchaften des Condenſators, ſ. Condenſator der Elektricität.

Aus eben dieſem Geſetze erklärt ſich auch das Anziehen und Zurückſtoßen leichter Körper. Eine geriebene Glasröhre + E an leichte Körper, die auf dem Tiſche liegen, genähret, erweckt in ihnen, ſobald ſie in ihren Wirkungskreis kommen, — E. und nun ziehen beyde einander an. Sobald ſie aber die Röhre berühren, erfolgt Mittheilung, die Körperchen erhalten + E, und nun ſtößt ſie die Glasröhre zurück. So lange ſie iſolirt bleiben, behalten ſie das mitgetheilte + E, und werden nicht wieder angezogen. Sobald ſie aber einen Leiter von hinreichender Größe berühren, z. B. auf den mit der Erde verbundenen Tiſch zurückfallen, theilen ſie dieſem ihr + E ganz mit. Sind ſie dann noch im Wirkungskreiſe der Glasröhre, ſo erhalten ſie aufs neue — E, und werden wieder angezogen, und ſo erfolgt ein fortgeſetztes Hin = und Hergehen, wodurch endlich die Glasröhre, oder wenigſtens eine Stelle derſelben, ihrer Elektricität beraubt wird. Darauf gründen ſich die Verſuche mit tanzenden Papierfiguren zwiſchen einer elektriſirten und einer mit der Erde verbundenen Metallplatte, mit der Flaumfeder, die zwiſchen einer geriebenen Glasröhre und Siegellackſtange, wie ein Federball, hin und her fliegt, mit den Korkkügelchen, die auf dem Tiſche unter einem elektriſirten Trinkglaſe tanzen, u. a. m.

So einfach die Geſetze der Elektricität ſind, ſo mannigfaltig werden doch ihre Anwendungen auf die faſt unzählbaren einzelnen Fälle, die ſich daraus erklären laſſen. Es iſt alſo ſehr bequem, ſich über Ausdrücke zu vergleichen, mit welchen man das, was bey dieſen Anwendungen vorgeht, verſtändlich und einförmig bezeichnen könne. Aus dieſer Urſache will ich hier die wenigen Geſetze der Elektricität in der Sprache anführen, in welcher ſich die neuern Phyſiker über dieſelben ausdrücken. Ich ſehe dies jetzt blos als Bezeichnung von allgemeinen Phänomenen, als willkührlich angenommene Sprache, an. Ob dieſe Sprache der Natur der Sache ſelbſt angemeſſen ſey, das gehört zu den Unterſuchungen über die Urſache der Elektricität.

Ueberſicht der Geſetze der Elektricität.

Man nenne eines Körpers Elektricität überhaupt E. Im natürlichen Zuſtande, wo er keine elektriſchen Erſcheinungen zeigt, iſt dieſes E = o.

Da es aber zwo verſchiedne Elektricitäten giebt, die ſich wie entgegengeſetzte Größen verhalten, oder deren jede für ſich ähnliche Wirkungen zeigt, eine aber die andere aufhebt, ſo nenne man die, welche das geriebene Glas zeigt, + E, die ihr ihr entgegengeſetzte, welche das geriebene Siegellack zeigt, — E.

Man betrachte ferner den natürlichen Zuſtand der Körper als + E — E = o; d. h. man ſchreibe jedem Körper, der keine elektriſchen Erſcheinungen zeigt, eben ſo viel + E als — E zu, die ſich beyde völlig aufheben, oder im Gleichgewichte halten. So iſt der Zuſtand eines elektriſirten Körpers nichts anders, als Aufhebung der Gleichheit dieſer beyden E. oder Störung ihres Gleichgewichts, ihres Einfluſſes auf einander.

Gleichartige Elektricitäten ſtoßen ſich zurück, entgegengeſetzte ziehen ſich an. Die Weite, auf welche ſich dieſes ringsum erſtreckt, macht den Wirkungskreis eines E aus.

Das E, oder der Theil des E, der auf ein ſolches Anziehen oder Zurückſtoßen verwendet wird, kan natürlich nichts weiter bewirken. Man nennt ihn gebunden. Hört das Anziehen ꝛc. auf, ſo ſagt man, er werde frey oder ſenſibel: er wird nemlich nun fähig, etwas andres zu wirken, und ſich dadurch zu zeigen.

Im natürlichen Zuſtande binden ſich beyde Elektricitäten des Körpers völlig. Durch das Reiben u. dgl. wird ihr Gleichgewicht geſtört. Eine Glaskugel z. B. nimmt aus dem Reibzeuge mehr + E an. Ihr — E iſt nicht mehr im Stande, daſſelbe ganz zu binden. Daher entſteht ein Ueberſchuß von ſenſiblem + E. Iſt das Reibzeug hiebey iſolirt, ſo kan das + E, das aus ihm in die Kugel gegangen iſt, nicht erſetzt werden. Es hat alſo weniger + E, als erfordert würde, ſein — E zu binden. Da-

her bleibt im Reibzeuge Ueberſchuß von ſenſiblem — E. Iſt es aber durch Leiter mit der Erde verbunden, ſo zieht dieſes — E wieder ſo viel + E aus der Erde an, daß ſein — E völlig gebunden wird. In dieſem Falle zeigt alſo das Reibzeug gar keine Elektricität.

Um ſtark zu elektriſiren, muß man das Reibzeug nothwendig mit der Erde verbinden. Denn dadurch wird ein Zufluß aus einer unerſchöpflichen Quelle von + E eröffnet; iſt das Reibzeug iſolirt, ſo kan es nur ſo virl + E, als es an ſich hat, d. i. auf alle Fälle weit weniger, hergeben.

Hat ein Körper mehr + E als — E. ſo zieht ſein freyes + E innerhalb ſeines Wirkungskreiſes alles — E an, und ſtößt alles + E zurück, deſto ſtärker, je näher es ihm kömmt. Bringt man alſo in dieſen Wirkungskreis einen iſolirten Leiter, ſo wird deſſelben — E in den nähern Theil gezogen und gebunden, das + E hingegen in den entferntern zurückgeſtoßen, und frey, weil es von dem — E, durch das es vorher gebunden ward, verlaſſen iſt. Dieſes freye + E würde herausgehen, oder ſich mit — E ſättigen, wenn ihm nicht durchs Iſoliren der Weg zu beyden verſchloſſen wäre. Berührt man aber den Leiter am entfernteſtern Ende nur auf einen Augenblick, ſo geht das + E ſogleich in die Erde über, oder ſättigt ſich aus ihr mit — E, und nun iſt kein ſenſibles + E mehr an dieſem Ende. Entfernt man dann den Leiter aus dem Wirkungskreiſe, ſo wird das vorher gebundne — E am andern Ende frey, und vertheilt ſich durch den ganzen Leiter, der alſo nun mehr — E als + E hat, und in elektriſirtem Zuſtande iſt.

Hat ein Köper mehr — E als + E, ſo zieht ſein freyes — E alles + E in ſeinem Wirkungskreiſe an, und ſtößt alles — E zurück. Bringt man alſo einen iſolirten Leiter gegen ihn, ſo erfolgt alles, wie im vorigen Abſatze, nur mit Verwechſelung der Zeichen + und —.

Man ſieht hieraus, daß das Geſetz der Wirkungskreiſe nichts anders iſt, als das Geſetz des Anziehens und Zurückſtoßens beyder Elektricitäten.

Noch iſt zu bemerken, daß das vorher freye + E des elektriſchen Körpers, durch die Wirkungen, die es innerhalb des Wirkungskreiſes ausübt, ſelbſt gebunden wird. Daher hat der Körper alsdann weniger ſenſibles + E, ſeine Elektricität ſcheint ſchwächer geworden zu ſeyn. Man ſagt, ſie habe weniger Intenſität, weniger Vermögen, elektriſche Erſcheinungen hervorzubringen. Sie ſtößt alsdann auch eine gleichartige Elektricität weniger zurück, nimmt leichter einen Zufluß von mehr gleichartiger Elektricität an, d. h. der Körper erhält dadurch mehr Capacität. Dies geſchieht vornemlich, wenn der in den Wirkungskreis gebrachte Leiter mit der Erde verbunden iſt, aus der er ſo viel entgegengeſetzte Elektricität anehmen kan, daß dadurch faſt das ganze freye E des elektriſirten Körpers gebunden wird. Dadurch geht aber nichts verlohren; denn, wenn man den Leiter entfernt, ſo wird alles dieſes E wieder frey, und ſeine ganze Intenſität kehrt in voller Stärke zurück.

Je mehr zwo entgegengeſetzte E einander genähert werden, deſto ſtärker wird ihre Anziehung, Es giebt endlich eine gewiſſe Weite, wo ſie ſtark genug wird, das iſolirende Mittel, das beyde aus einander hielt, z. B. die Luft, zu durchbrechen, und einen wirklichen Uebergang der Elektricitäten zu veranlaſſen. Alsdann erfolgt wirkliche Mittheilung, wobey der eine Körper ſo viel verliert, als der andere erhält.

Wird z. B. einem Körper, der freyes + E hat, ein Leiter genähert, ſo erhält das nächſte Ende dieſes Leiters — E, und beyde E ziehen ſich ſtärker, je näher ſie ſich kommen. Endlich wird bey mehrerer Annäherung die Anziehung ſtark genug, die Luft zu durchbechen, und ein E oder beyde gehen über, entweder durch ein allmähliches Ausſtrömen, oder durch einen Funken. Hiebey verliert der Körper ſo viel + E, als der Leiter erhält.

Die Weite, in der dieſes geſchieht, iſt bey Spitzen ſehr groß, bey ſtumpf oder rund geendeten Körpern kleiner, bey platten Flächen erfolgt oft ſelbſt im Falle der Berührung kein Uebergang, wenn auch gleich die eine Fläche

dem beſten Leiter zugehört. Auch erfolgt bey Spitzen der Uebergang durch Ausſtrömen, bey ſtumpf geendeten Körpern hingegen durch den Ausbruch eines Funkens.

Die Urſache dieſes merkwürdigen Unterſchieds ſcheint mir darinn zu liegen, daß bey der Spitze die ganze Anziehung auf einen Punkt geleitet, und der freye Ausgang des + E durch kein Zurückſtoßen der gleichartigen Elektricität nebenliegender Punkte gehindert wird. Bey platten Flächen liegen z. B. die Punkte A, B, C (Taf. VI. Fig. 110.) neben einander, und erhalten durch Annäherung einer parallelen platten Fläche völlig gleiche und gleichartige Elektricitäten, deren eine die andere zurückſtößt. Dieſe Elektricitäten werden überdies von den gegenüberſtehenden Punkten a, b, c der andern Platte gleich ſtark angezogen. Bey dieſem Gleichgewichte könnte der Uebergang wohl nicht anders geſchehen, als ſo, daß ſich das E der ganzen Fläche ABC zugleich und auf einmal mit paralleler Bewegung nach abc begäbe. Einen ſolchen Uebergang aber verhindert der ſtarke Widerſtand der Luft in Aa Cc, und ſelbſt bey der Berührung hindert ihn der Widerſtand der Fläche ac, wofern ſie einem Nicht=leiter oder ſchlechten Leiter zugehört. Bey runden Körpern aber, wie ABC (Taf. VI. Fig. 111.) wird der Punkt B ſtärker, als A und C, von abc angezogen, und ſo hindert nichts, daß der Ausbruch von B aus erfolgen, und, indem B entlediget wird, die nun nicht mehr von B zurückgeſtoßene Elektricität der Punkte A und C ebenfalls nach B übergehen, und von da aus nach b nachfolgen kan. So concentrirt ſich das übergehende E bey B in einen ſchmalen Körper oder Funken, der nur den Widerſtand einer geringen Fläche Luft zu überwinden hat, ſ. Spitzen.

Wenn platte Flächen, deren eine + E, die andere gleich viel — E hat, in Berührung kommen, ohne daß ein Uebergang erfolgt, ſo zeigen ſie in dieſem Falle gar keine Elektricität. Trennt man ſie aber wieder von einander, ſo erhalten ſie ihre vorigen Elektricitäten wieder. Der P. Beccaria (Elettriciſmo artificiale, P. II. Sect. VI. ingl. Exp. atque obſ. quibus electricitas vindex late con-

ſtituitur etc. Aug. Taurin. 1769. 4.) glaubte, ſie legten ihre Elektricitäten in einander ab, und bey der Trennung ergreife jede Fläche die ihrige wieder. Er gab dieſem Geſetze den Namen der ſich ſelbſt wiederherſtellenden Elektricität (electricitas vindex, quaſi quae ſibi vindicat locum ſuum). Man hat aber dieſes Phänomens wegen nicht nöthig, ein neues Geſetz anzunehmen. Dieſe Verſchwindung der Elektricitäten iſt kein Verluſt derſelben, kein Ablegen und Wiederergreifen. Es iſt nichts weiter, als das gewöhnliche Binden entgegengeſetzter Elektricitäten, wenn eine in der andern Wirkungskreis kömmt, wodurch ihre Intenſität geſchwächt wird. Bey der Berührung wird dieſes ſo ſtark, daß alles E gebunden, und gar keines mehr ſenſibel iſt. Nach der Trennung wird alles wieder ſenſibel, weil kein Uebergang erfolgt iſt.

Die Wirkungen der elektriſchen Anziehung oder der Wirkungskreiſe werden durch dünne Nicht-leiter nicht aufgehalten, wohl aber die Wirkungen der Mittheilung. Wenn daher eine Glastafel auf beyden Seiten mit Metall belegt, die eine Belegung mit der Erde verbunden, und der andern + E gegeben wird, ſo nimmt jene eben ſo viel — E aus der Erde an. Hieraus erklärt ſich die Ladung, ſ. Flaſche, geladne. Macht man alsdann zwiſchen beyden Seiten eine leitende Verbindung, ſo erfolgt ein Uebergang, der das Gleichgewicht herſtellt. Dies iſt die Entladung, oder der Leidner Verſuch.

Im Luftkreiſe iſt jederzeit eine beträchtliche Menge Elektricität vorhanden, deren ſich die Natur zu Bewirkung einiger ihrer wichtigſten Veranſtaltungen bedienet, ſ. Luftelektricität.

Man hat neuerlich auch bey Auflöſungen, welche mit Aufbrauſen begleitet ſind, bey der Ausdünſtung u. ſ. w. Merkmale der Elektricität wahrgenommen.

Geſchichte der Elektricität.

Das Anziehen leichter Körper iſt unter allen übrigen elektriſchen Erſcheinungen zuerſt bemerkt worden. Schon

Thales ſoll es gekannt haben. Teophraſt von Ereſus (Περὶ λίϑων. c. 53. 300 Jahr vor C. G.) führt an, daß der Bernſtein (ἤλεκτρον, ſuccinum) und der Lynkurer die Eigenſchaft beſitzen, leichte Körper anzuziehen, und daß der letztere nicht nur Strohhalme und Holzſpäne, ſondern auch Metallblättchen an ſich reiße. Watſon hat den Lynkurer des Theophraſt für den Turmalin erklärt, ſ. Turmalin. Auch Plinius (Hiſtoria natur. XXXVII. 3.), Strabo (Geogr. L. XV. To. II. p. 1029. ed. Almelov.), Dioſcorides (L. II. c. 100.) und Plutarch (Sympoſ. I. 7.) gedenken dieſer anziehenden Eigenſchaft des Bernſteins, von deſſen griechiſchem Namen die Neuern die Worte elektriſch und Elektricität hergenommen haben. Nach einigen ſollen auch die elektriſchen Eigenſchaften des Gagats ſehr früh bekannt geworden ſeyn.

William Gilbert (De magnete, London. 1600 fol.) war der erſte, der ſeit den Zeiten der Alten etwas Neues hinzufügte. Er vermehrte das Verzeichniß der Körper, welche elektriſche Erſcheinungen zeigen, ſehr anſehnlich, brachte vornehmlich das Glas, die meiſten Edelſteine, den Schwefel und das Siegellack zu denſelben, und zeigte das Reiben als das Mittel an, ihre Elektricität zu erregen.

Otto von Guericke (Exper. Magdeburgica de vacuo ſpatio, Amſterd. 1672. fol. L. IV. c. 15.) ſtellte Verſuche mit einer geriebenen Schwefelkugel an. Er bemerkte, daß ein von ihr angezogner Körper wieder zurückgeſtoßen, und nicht eher wieder angezogen ward, als bis er ſich einem leinenen Faden oder der Lichtflamme (einem Leiter) genähert hatte, daß Fäden, die in der Nähe der Schwefelkugel hiengen, von ſeinem nahe daran gehaltnen Finger zurückgeſtoßen wurden, und daß eine von der Kugel zurückgeſtoßene Flaumfeder der Kugel beſtändig einerley Seite zukehrte — Erſcheinungen, welche nachher auf die Geſetze des Anziehens und der Wirkungskreiſe geführt haben. Er bemerkte auch das elektriſche Licht, und das Geräuſch deſſelben.

Boyle vermehrte um das Jahr 1670 das Verzeichniß der elektriſchen Körper mit einigen neuen, fand, daß Trockenheit und Wärme der Elektricität günſtig ſey, daß auch leichte elektriſche Körper, z. B. Bernſteinpulver, angezogen würden, daß das Anziehen wechſelſeitig ſey, daß der geriebne Diamant im Finſtern leuchte, daß man auch im luftleeren Raume Elektricität erwecken könne ꝛc. Er erklärte übrigens die elektriſchen Erſcheinungen durch klebrige Ausflüſſe.

Auch Newton (Philoſ. Trans. 1675.) machte einige elektriſche Verſuche. Er rieb eine Glasplatte, die auf eieinem meſſingnen Ringe auf dem Tiſche ruhte, ohne den Tiſch zu berühren, auf ihrer obern Fläche, und ſahe darunter liegende Papierchen gegen die untere Seite hüpfen. Dies iſt wohl das erſte Beyſpiel von einer Ladung. Er ward auch gewahr, daß die Wahl des Reibzeugs nicht gleichgültig ſey, weil der Verſuch beſſer gelang, wenn er mit ſeinem Rocke, als wenn er mit einer Serviette rieb. Er erwähnt auch die Elektricität in ſeinen der Optik beygefügten Fragen.

D. Wall (Philoſ. Trans. 1708. Vol. XXVI. no. 314.) bemerkte zuerſt elektriſche Funken. Er hatte eine Hypotheſe über den Phosphorus, die ihn auf die Vermuthung leitete, daß Bernſtein ein natürlicher Phosphorus seyn dürfte. Er rieb alſo Bernſtein mit der Hand oder mit wollenen Lappen, ſahe dabey ein ſtarkes Licht, und hörte ein Kniſtern. Hielt man den Finger gegen den Bernſtein, ſo fuhr ein heller Funken gegen denſelben. Er fand auch Licht beym Reiben des Siegellacks und Demants, und zog daraus den Satz, daß alle geriebne elektriſche Körper leuchteten. Es iſt merkwürdig, daß er ſchon bey dieſer erſten Entdeckung des Funkens und Kniſterns dieſe Erſcheinungen mit dem Blitze und Donner verglichen hat, ſ. Blitz. Dies ſind die geringen und langſamen Fortſchritte der elektriſchen Verſuche bis zum Jahre 1709.

In dieſem Jahre machte Hawksbee (Phyſico-mechanical experiments, Lond. 4.) ſeine Verſuche und Entdeckungen bekannt. Er machte zuerſt aufmerkſam auf die

große elektriſche Kraft des Glaſes, welchem man ſeitdem den Vorzug vor allen übrigen elektriſchen Körpern beygelegt hat. Er beobachtete die Erſcheinungen des elektriſchen Lichts, beſonders im luftleeren Raume, genauer, erfand die Queckſilber- phosphoren, oder die im Dunkeln leuchtenden luftleeren Glasröhren mit Queckſilber, bemerkte das Geräuſch des elektriſchen Ausſtrömens, und das Gefühl von Spinneweben, das ſich bey ſtarken Elektricitäten äußert, ſtellte auch Verſuche mit Siegellack- Schwefel- und Harzkugeln an, ob er gleich darinn irrte, daß er die Elektricität derſelben mit der des Glaſes für einerley hielt. Er hat ſich auch zuerſt einer Maſchine zur Umdrehung der Glaskugel bedient, obwohl nach ihm noch einige Zeit nur Röhren gebraucht, und die Elektriſirmaſchinen erſt ſpäter eingeführt worden ſind.

Jetzt beſchäftigten Newtons große Entdeckungen die Phyſiker mit andern Gegenſtänden, und veranlaßten in den elektriſchen Unterſuchungen einen zwanzigjährigen Stillſtand, bis Stephan Gray vom Jahre 1728 bis 1735 dieſelben aufs neue mit wichtigen Zuſätzen bereicherte. Dieſer um die Elektricität ſehr verdiente Engländer entdeckte die Mittheilung, fand, daß hänfene Schnüre ſie zuließen, ſeidne oder härne aber hinderten, und machte die erſten Verſuche, Waſſer, ingleichen Menſchen und Thiere durch Mittheilung zu elektriſiren. Da er hiebey die Perſonen in ſeidne Schnüre hieng, und ſahe, daß ſie den Metallen ziemlich ſtarke Funken gaben, ſo kam er darauf, metallne Cylinder in ſeidne Schnüre zu hängen, und die Funken von Perſonen herausziehen zu laſſen, welches der erſte Urſprung der Hauptleiter oder erſten Leiter bey den Elektriſirmaſchinen geweſen iſt. Er bemerkte zuerſt das freywillige Ausſtrömen der Feuerbüſchel aus leitenden Spitzen, wenn ihnen die flache Hand genähert ward, ingleichen, daß ſelbſt aus dem Waſſer Funken hervorbrachen. Dieſer letztere Verſuch brachte auch bey ihm im Jahre 1734 den Gedanken hervor, daß „die elektriſche Kraft, ſi magnis licet componere parva, mit der „Natur des Donners und Blitzes von gleicher Art zu ſeyn

„ſcheine." Bey einem ähnlichen Verſuche im folgenden Jahre hat er, wie Herr Beckmann (Geſchichte der Erfindungen, I. Band, Leipzig 1783. 8.) bemerkt, ſchon die elektriſche Erſchütterung gefühlt, ohne jedoch weiter darüber nachzudenken. Sein Gehülfe bey den meiſten dieſer Verſuche war Granville Wheeler.

Grays Verſuche wurden in Frankreich von du Fay (Mém. de Paris 1733 — 1737.) ſorgfältig wiederholt und mit neuen vermehrt. Dieſer Naturforſcher trieb die Wirkungen der Mittheilung viel weiter, und beſtimmte ſie genauer. Er zog noch eher, als Gray ſelbſt, Funken aus dem menſchlichen Körper, da jener damals erſt ſo weit gekommen war, Metallblättchen durch denſelben anziehen zu laſſen. Er entdeckte, was das wichtigſte iſt, die beyden verſchiedenen Elektricitäten, die er Glas- und Harzelektricität nannte, nebſt dem Geſetze ihrer Anziehung; irrte aber darinn, daß er ſie nicht für entgegengeſetzt, ſondern nur für verſchieden hielt.

D. Deſaguliers (Philoſ. Trans. 1739 — 1742.), deſſen Diſſertation ſur l'electricité des corps im Jahre 1742 bey der Akademie zu Bordeaux den Preis erhielt, brachte die bisher angeſtellten Verſuche auf allgemeine Geſetze, und führte zuerſt die Namen: **an ſich elektriſche Körper und Leiter**, ein.

Um dieſe Zeit fiengen die deutſchen Gelehrten an, ſich durch wichtige Entdeckungen in dieſem Fache auszuzeichnen. Hauſen in Leipzig machte hiezu den Anfang, und führte ſtatt der bisher gewöhnlichen Glasröhren die durch eine Maſchine umgedrehten Kugeln ein. Boſe in Wittenberg, Winkler in Leipzig, und der P. Gordon in Erfurt gelangten auf dieſem Wege zu ſehr verſtärkten Graden der Elektricität u. zu vielen neuen Erfindungen. D. Ludolf in Berlin entzündete zuerſt im Jahre 1744 Vitriolöther durch den elektriſchen Funken, Winkler erwärmten Brantwein durch den Funken aus ſeinem Finger, Gralath in Danzig den Rauch eines eben verloſchnen Lichts, und Boſe den Dampf von ſchmelzendem Schießpulver. Der jüngere Ludolf in Berlin bewies, daß das

Leuchten der Barometer in der That elektriſch ſey, Grummert bemerkte das Leuchten luftleerer Glasröhren in ziemlichen Entfernungen, Krüger die Veränderung der Farbe der Blumen durch elektriſches Ausſtrömen, und Waitz Abhdl. von der Elektricität und deren Urſachen, Berlin 1745. 4.) machte einen ſchönen Verſuch, die elektriſchen Erſcheinungen zu ordnen und auf allgemeine Geſetze zu bringen.

Miles in England bemerkte 1745 zuerſt die freywillig ausſtrömenden Feuerbüſchel aus der geriebenen Glasröhre ſelbſt, und D. Watſon, durch deſſen Briefwechſel mit den Deutſchen die Entdeckungen derſelben nach England kamen, wiederholte ihre Verſuche, zündete brennbare Geiſter, wenn ſie von einer elektriſirten Perſon gehalten wurden, und eine nicht-elektriſirte den Finger dagegen brachte, und entdeckte, daß Rauch und Flamme Leiter ſind.

Durch ſo viele neue und zum Theil beluſtigende Verſuche war ſchon eine allgemeine Aufmerkſamkeit auf die Elektricität erregt worden, als am Ende des Jahres 1745 der kleiſtiſche Verſuch oder die leidner Flaſche bekannt wurde, deren unerwartete und heftige Wirkungen jedermann in Erſtaunen ſetzten. Ich werde von der Geſchichte dieſer Entdeckung bey dem Worte: **Flaſche, geladne**, ausführlicher reden.

Dieſe große Wirkung der Elektricität machte das Studium derſelben allgemein, und führte zu den Wohnungen der Experimentatoren unzählbare Mengen von Zuſchauern. Seit dieſer Zeit iſt die Anzahl von Kennern und Liebhabern der Elektricität, und der Verſuche und Beobachtungen über dieſelbe mit jedem Tage gewachſen, und es haben ſich Entdeckungen über Entdeckungen gehäuft. Dennoch ſcheinen wir ſelbſt jetzt, nach einem Zeitraume von vierzig Jahren, noch weit vom letzten Ziele entfernt zu ſeyn.

D. Watſon entdeckte bald hernach, daß das Iſoliren des Reibzeugs nur ſchwache Elektricität gewähre, und ſchloß, daß das Reiben nicht Elektricität erzeuge, ſondern

nur überführe. Der Abt Nollet beobachtete um dieſe Zeit, daß Körper im Wirkungskreiſe elektriſirter ebenfalls elektriſche Erſcheinungen zeigten, ohne jedoch zu bemerken, daß ihr E das entgegengeſetzte von jenem ſey, wie er denn überhaupt die Verſchiedenheit des + E und — E faſt ganz überſehen hat. Auch entdeckte er den Einfluß der mitgetheilten Elektricität auf den Umlauf des Bluts im thieriſchen Körper, auf die Ausdünſtung, und auf das Durchſtrömen des Waſſers durch Haarröhrchen.

Keiner der damaligen Naturforſcher aber verfolgte dieſe Unterſuchungen mit ſo vielem Scharfſinn und philoſophiſchem Geiſte, als D. Franklin in Philadelphia. Ihm gelang es, die Wirkungen der Elektricität und den vorher unerklärbaren leidner Verſuch auf eine Theorie zurückzuführen, die mit allgemeinem Beyfall aufgenommen ward, und, wenn ſie auch itzt ihr ehemaliges Anſehen nicht mehr behauptet, dennoch der gröſten Lobeserhebungen und ſorgfältigſten Prüfungen werth iſt. Und, was noch mehr iſt, es gelang ihm, aus ſeinen Erfahrungen die Erklärung des Blitzes und die wohlthätige Erfindung der Blitzableiter zu ziehen, die ihm in der Geſchichte der Phyſik einen unſterblichen Ruhm verſichert. Ich werde ſeine Theorie unter den Meinungen über die Urſache der Elektricität anführen, ſ. auch Flaſche, geladne; von ſeinen Erfindungen über den Blitz ſehe man die Worte: Blitz, Blitzableiter, Drache, elektriſcher, Luftelektricität.

Unter Franklins Behauptungen gehört auch die von der Undurchdringlichkeit des Glaſes für die von ihm angenommene elektriſche Materie. Sein Freund Kinnersley in Boſton fand, daß die Glas- u. Harzelektricität des du Fay mit Franklins poſitiver und negativer Elektricität übereinkomme. Gewiſſe, doch immer zweydeutige, Phänomene beſtimmten Franklin, die Glaselektricität für die poſitive zu erklären. Uebrigens fallen dieſe wichtigen Entdeckungen der nordamerikan. Naturforſcher in die Jahre 1747 bis 1754. (*Franklin's* new exp. and obſ. on electricity in ſeveral letters to Mr. Collinſon, Lond.

1751. 4. Benjamin Franklins Briefe von der Elektricität, überſ. von J. C. Wilke, Leipz. 1758. 8.)

Canton in England und Beccaria in Italien entdeckten um eben die Zeit, daß ſich die Elektricität der Luft mittheilen laſſe; der erſtere fand auch, daß ihr das Waſſer einigen Widerſtand leiſte, und zeigte den elektriſchen Funken unter Waſſer, welche Verſuche lehrten, daß es weder vollkommne elektriſche Körper, noch vollkommne Leiter gebe. Canton zeigte auch im Jahre 1753, daß es blos von der Glätte der Oberfläche und vom Reibzeuge abhänge, das Glas und andere elektriſche Körper entweder poſitiv oder negativ zu elektriſiren, welche Verſuche nachher von Beccaria (Dell' Elettriciſmo artificiale, 1753. 4.), Wilſon (Phil. Trans. 1760. Vol. LI.), Bergmann (Phil. Trans. 1764. Vol. LIV. u. Schwed. Abhdl. 25 B. S. 344.), Wilke (De electricitatibus contrariis, Roſtoch. 1757. 4.) und Aepinus (Tentamen theor. eleccricitatis, Petrop. 1750. 4.) noch weiter getrieben wurden.

Eine der gröſten Entdeckungen dieſer Zeit iſt die von den elektriſchen Wirkungskreiſen. Canton machte ſeine Verſuche hierüber im Jahre 1753 zuerſt bekannt, welche, nach Prieſtley's Ausdrucke, einer Zauberey ähnlich ſehen; Franklin ſetzte dieſelben fort, behielt aber immer noch die gemeine Meinung bey, daß die Wirkungskreiſe aus elektriſcher Materie beſtünden, und gleichartige Elektricität mittheilten; daher es ihm unmöglich war, die Phänomene ungezwungen zu erklären. Wilke löſte endlich das Räthſel auf, und gab zuerſt in der Abhandlung: De electricitatibus contrariis, das wahre Geſetz der Wirkungskreiſe an, welches Aepinus durch neue Verſuche noch mehr beſtätigte. Beyde befanden ſich damals in Berlin, ſetzten dieſe Unterſuchungen gemeinſchaftlich fort, erklärten die Ladung der Flaſchen ꝛc. noch deutlicher, erfanden die Ladung einer Luftſcheibe, oder den beym Worte Blitz angeführten Verſuch mit zwoen Metallplatten, und legten die Gründe zu den neuern Erweiterungen der Lehre von der Elektricität, und beſonders von der Vertheilung derſelben, welche mehrentheils nur auf deutlichere Entwick-

lung der in ihren Schriften ſchon enthaltenen Erfindungen und Sätze hinauslaufen, ſ. Wirkungskreiſe, elektriſche.

Symmer's ſehr merkwürdige Verſuche über die Elektricitäten geriebner ſeidner Bänder und Strümpfe, vom Jahre 1759, welche Cigna weiter fortgeſetzt hat, leiteten auf die Vermuthung zwoer elektriſchen Materien, die ſeitdem bey den neuern Naturforſchern ſo viel Beyfall gefunden hat, und von der ich bey den Meynungen über die Urſache der Elektricität etwas anführen werde.

Von dieſer Zeit an häuſen ſich die neuen Unterſuchungen, Erfindungen und Anwendungen in dieſer Lehre ſo ſehr, daß ich mich hier mit dem bisher angeführten begnügen muß, zumal da ich wegen der Geſchichte der elektriſchen Geräthſchaft, der Verſtärkungsflaſche, Luftelektricität u.ſ.w. auf die Worte: Elektriſirmaſchine, Elektrometer, Flaſche, geladne, Luftelektricität ꝛc. verweiſen darf, auch bey den meiſten mit der Elektricität verbundnen oder aus ihr erklärten Gegenſtänden die beſondere Geſchichte derſelben kurz erwähnt habe.

Bey den neuſten Unterſuchungen hat man vornehmlich die große Wichtigkeit der Lehre von den Wirkungskreiſen eingeſehen. Beccaria glaubte, aus einigen Phänomenen derſelben den oben angeführten Grundſatz der ſich ſelbſt wiederherſtellenden Elektricität folgern zu müſſen, den er mit Franklins Syſtem zu vereinigen ſuchte. Volta, der ihm hierinn mit Recht widerſprach, gerieth dadurch im Jahre 1775 auf die Erfindung des Elektrophors, und 1783 auf die des Condenſators, zweyer Werkzeuge, welche für die Theorie eben ſo wichtig, als für die Ausübung brauchbar ſind. Der Condenſator insbeſondere hat uns ein Mittel verſchaft, die geringſten, und, wenn ich ſo ſagen darf, mikroſcopiſchen Grade der Elektricität wahrzunehmen, und man hat dadurch ſchon mancherley Begebenheiten, z. B. Ausdünſtung, Verbrennung, Bewegungen des menſchlichen Körpers u.ſ.w. mit Elektricität begleitet gefunden, bey denen man ſonſt nicht im Stande war, dergleichen wahrzunehmen. Herbert (Theor. phaenomen. electr.

Vienn. 1778. 4.) fand, daß man auch Leiter, wenn ſie iſolirt ſind, elektriſiren könne. Die Hauptgeſetze der Elektricität ſind jetzt in ſofern bekannt genug, daß man in den meiſten Fällen, was geſchieht, daraus erklären, und was geſchehen müſſe, vorherſagen kan. Allein noch fehlt es uns an hinlänglicher Kenntniß des eigentlichen hiebey wirkſamen Grundſtofs, der ſeiner äußerſten Feinheit wegen ſich der chymiſchen Unterſuchung noch bisher faſt gänzlich entzogen hat.

Die Lehre von der Elektricität iſt ſeit kurzem auch in verſchiednen wohlabgefaßten Schriften vorgetragen worden. Ich will unter denſelben hier die von Cavallo (A compleat treatiſe on electricity in theory and praxis, Lond. 1778. 2d. edit. 1784. 8. Vollſtändige Abhandlung der theoretiſchen und praktiſchen Lehre von der Elektricität, 3te Aufl. Leipzig. 1785. 8.) und Donndorf (Lehre von der Elektricität, Erfurt 1784. II. B. 8.) nennen. Die Erklärungen geben Beyde nach dem Franklinſchen Syſtem. Socin (Anfangsgründe der Elektricität, Hanau 1778. 8.) hat einen Theil dieſer Lehre nach einem vortreflichen Plan zu behandeln angefangen, aber bey weitem nicht vollendet, und Adams (Eſſai on electricity, London. 1784. 8. Ge. Adams Verſuch über die Elektricität, aus d. Engl. Leipzig 1785. 8.) erzählt mehrentheils belehrende und angenehme Verſuche. Herr Lichtenberg (Neuſte Auflage von Erxlebens Anfangsgründen der Naturlehre, Göttingen 1784. 8. Anmerk. zu § 54 .) hat in einer lehrreichen Kürze die neuern Erklärungen der vornehmſten Phänomene und Werkzeuge vorgetragen. Eine umſtändliche Geſchichte dieſer Lehre hat Prieſtley (The hiſtory and preſent ſtate of electricity, 2d. edit. Lond. 1769. gr. 4. Joſ. Prieſtley Geſchichte und gegenwärtiger Zuſtand der Elektricität, aus d. Engl. von D. Krünitz, Berlin u. Stralſund 1772. gr. 4.) abgefaßt, und eine elektriſche Bibliographie, die eine Fortſetzung verdiente, hat Herr Krünitz (Verzeichniß der vornehmſten Schriften von der Elektricität, Leipzig 1769. 8.) geliefert.

Hypotheſen über die Urſache der Elektricität.

Die erſten Experimentatoren, welche noch keine andern elektriſchen Erſcheinungen, als das Anziehen und Zurückſtoßen kannten, erklärten daſſelbe durch ölichte oder klebrige Ausflüſſe, welche aus den geriebnen Körpern ausgiengen, und in dieſelben wieder zurückkehrten. Sie glaubten, dieſe Ausflüſſe hiengen ſich an alle Körper, und riſſen die leichten und beweglichen mit ſich fort, die, wenn ſie den geriebnen Körper berührt hätten, durch neue Ausflüſſe zurückgeſtoßen würden. Dieſe Meynung hat Gilbert und Kenelm Digby (Demonſtrat. immortalitatis animae, 1664. 8. Tr. I. cap. 16.). Auch Boyle hat ſie angenommen. Daß man ſich dieſe Ausflüſſe um den Körper herum in Geſtalt eines Dunſtkreiſes verſammlet gedachte, das hat unſtreitig zu der Benennung der elektriſchen Atmoſphären Anlaß gegeben.

Newton ſcheint die Elektricität als eine Art der Anziehung betrachtet zu haben, die auf ähnliche Art mit der Schwere bewirkt werde. Wenigſtens ſtellt er in ſeinen der Optik beygefügten Fragen mehreremal Attractiones gravitatis, virtutisque magneticae et electricae zuſammen. Das heißt bey ihm zwar nichts weiter, als daß er die Schwere ſowohl, als die elektriſche Kraft, wie bloße Phänomene, betrachte, und die Urſache von beyden nicht wiſſe; aber ſeine Schüler glaubten das Phänomen erklärt zu haben, wenn ſie es von einer den Körpern weſentlichen beſondern Art der Anziehung und Zurückſtoßung herleiteten.

Du Fay erklärte das Anziehen und Zurückſtoßen aus gewiſſen die elektriſirten Körper umringenden Wirbeln, dergleichen ſchon Cabeus (Philoſoph. magnetica, Ferrar. 1629. fol.) angenommen hatte. „Wenn eine „Pflaumfeder, ſagt er, auf die geriebne Glasröhre fällt, „ſo wird ſie ſogleich in die Höhe zurückgeſtoßen, und man „kan aus der Höhe, in welcher ſie über der Röhre ſchwebt, „auf diejenige Schicht des Wirbels ſchließen, welche Kraft

„genug hat, das Gewicht der Feder zu tragen; denn ſchnei-
„det man die Feder in kleine Stückchen, ſo halten ſich dieſe
„in weit größern Entfernungen. Die Erklärung iſt ſehr
„leicht. Sobald nemlich die Feder die Röhre berührt hat,
„wird ſie elektriſirt, und bekömmt ſelbſt einen kleinen elek-
„triſchen Wirbel um ſich. Dadurch wird ſie zurückgeſtoſ-
„ſen, bis ihr Wirbel, der ſich nach der entgegengeſetzten
„Richtung gegen den Wirbel der Röhre auszubreiten ſucht,
„zerſtreut, oder wenigſtens beträchtlich vermindert iſt.“
Allein, obgleich du Fay die beyden von ihm entdeckten
Elektricitäten für zwo verſchiedne annimmt, die ſich unter
einander ſelbſt anziehen, ſo erklärt er ſich doch nirgends
darüber, wie er ſich den Unterſchied zwiſchen den Wir-
beln beyder Elektricitäten und die Urſache ihrer Anziehung
vorſtelle.

Die Erſcheinungen des ausſtrömenden Lichts, des
Blaſens, das man dabey fühlt, des elektriſchen Funkens
und des phosphoriſchen Geruchs fiengen an, die Phyſiker
auf die Vermuthung einer eignen elektriſchen Materie
zu führen, welche Einige für einen ganz eignen Grundſtof,
Andere für das Elementarfeuer, noch Andere für den Aether
oder die Materie des Lichts, Manche auch, wie Boulan-
ger (Tr. de la cauſe et des phénom. de l' electric. Paris
1750. 8.), für die feinern Theile der Atmoſphäre annah-
men, welche ſich beym Reiben nach Wegnehmung der
gröbern Theile auf den Oberflächen der Körper anhäuften.
Man glaubte, dieſe Materie habe ihren Sitz vorzüglich in
den elektriſchen Körpern, werde durch das Reiben losge-
macht und in Thätigkeit geſetzt, und fahre aus den gerieb-
nen Körpern in die daran gebrachten Leiter über.

Die merkwürdigſte der damaligen Theorien iſt des
Abts Nollet Hypotheſe der gleichzeitigen Aus- und Zu-
flüſſe (*Effluences et affluences ſimultanees*). Dieſer ge-
ſchickte Experimentator bewieß zuerſt aus den oben ange-
führten Phänomenen das Daſeyn einer elektriſcheu Ma-
terie, die weit feiner, als die Luft, ſey, auch ſich nicht in
Wirbeln, ſondern in geraden Linien bewege, und Atmo-
ſphären um elektriſirte Körper bilde. Dieſe Materie ſtrömt

nach ſeiner Meynung aus dem elektriſirten Körper aus, zu gleicher Zeit aber ſtrömt eben ſo viel davon aus den benachbarten Körpern, ja ſelbſt aus der anliegenden Luft, in den Körper hinein. Bey ſtarker Elektricität entzünden ſich dieſe Ströme durch den Stoß ihrer Stralen, und werden leuchtend. Die Zwiſchenräume, aus welchen die Materie ausgeht, ſind nicht ſo zahlreich, als die, wodurch ſie eindringt. Die ausſtrömende Materie bildet Büſchel von divergirenden Stralen, welche, wenn ſie auch in einiger Diſtanz nicht mehr ſichtbar ſind, dennoch immer weiter fortgehen. Dieſe Materie durchdringt die Leiter ſehr leicht, die Nicht-leiter ſchwer oder gar nicht, wenn ſie nicht gerieben oder erwärmt werden. Sie iſt überall verbreitet, und wahrſcheinlich einerley mit dem Elementarfeuer, nur daß ſie ſich bisweilen mit einigen feinen Theilen der Körper verbindet.

Aus dieſen Sätzen erklärt nun **Nollet** das Anziehen und Zurückſtoßen leichter Körper auf folgende Art. Die Ausflüſſe geſchehen aus wenigen Punkten und büſchelförmig, die Zuflüſſe nach allen Punkten. Ein leichter kleiner Körper wird alſo in einiger Diſtanz von den zufließenden Strömen ergriffen und ſtärker fortgeführt, als ihn die durch die Divergenz geſchwächten Stralen der Ausflüſſe wegtreiben. So fliegt er bis an den elektriſirten Körper, wo die ausfließenden Büſchel näher beyſammen ſind, und ihn alſo zurückſtoßen. Während dieſer Zeit wird er ſelbſt durch Mittheilung elektriſirt, d. h. es entſteht Ausfluß aus ſeinen eignen Poren, und Einſtrömen in dieſelben. Unter dieſen Umſtänden kan er nicht wieder angezogen werden, weil ſeine Ausflüſſe den Ausflüſſen des andern Körpers entgegengeſetzt ſind. Verliert er aber ſeine Elektricität durch die Berührung mit andern Körpern, ſo kehrt er wieder in ſeinen anfänglichen Zuſtand zurück, und wird aufs neue angezogen.

Zwiſchen den beyden verſchiednen Elektricitäten des Glaſes und Harzes ſcheint **Nollet** weiter keinen Unterſchied anzunehmen, als daß jene ſtärker, dieſe ſchwächer ſey.

Die unerwartete Entdeckung des leidner Verſuchs legte den Phyſikern der damaligen Zeit ein unerklärbares Räthſel vor. **Nollet** verſuchte ſeine Hypotheſe darauf anzuwenden, ohne jedoch gehörige Rückſicht auf die verſchiedenen Elektricitäten der beyden Seiten des Glaſes zu nehmen. So hatte er nicht einmal den richtigen Begrif von der **Ladung** der Flaſche, die er überhaupt nur für Ueberfüllung mit elektriſcher Materie annahm. Die Erſchütterung beym Entladen erklärt er durch das Zuſammenſtoßen zweener elektriſchen Ströme, deren einer aus der innern, der andere aus der äußern Seite der Flaſche komme, die ſich im Körper der entladenden Perſon begegneten, und dadurch die in ihr enthaltene elektriſche Materie erſchütterten. Ganz wider die Erfahrung nahm er an, man könne auch iſolirte Flaſchen laden; denn ſeine Hypotheſe enthält keinen Grund, warum es unmöglich ſeyn ſollte. Eben ſo läugnet er beym Entladen die Nothwendigkeit der Verbindung beyder Seiten, und meynt, man dürfe nur die äußere Seite mit dem Conductor der Maſchine verbinden, gerade als ob dies nicht auch eine Verbindung beyder Seiten wäre. In ſeinem Verſuche nemlich iſt der Conductor mit der innern Seite durch ein Vacuum verbunden, welches ſo gut als ein Leiter iſt.

Sogleich nach dem leidner Verſuche ward auch D. **Watſons** Entdeckung bekannt, daß der geriebene Körper die Elektricität nicht aus ſich ſelbſt hervorbringe, ſondern aus dem Reibzeuge ſammle. Dies änderte die bisherigen Vorſtellungen der Phyſiker von der Erregung der Elektricität, und brachte ſchon **Watſon** ſelbſt auf den Begrif von **Plus**- und **Minus**-**elektricität**, oder davon, daß die den Funken ziehende Perſon aus der Kugel eben das erhalte, was ihr das Reibzeug gegeben habe, daher vor dem Ziehen des Funkens die Kugel mehr Elektricität, das iſolirte Reibzeug weniger, als ſonſt, müſſe gehabt haben. **Watſon** hat ſeine Abhandlungen hierüber (Philoſ. Trans. Vol. XLIV. XLV.) ſchon zu Anfange des Jahres 1747 eingereicht.

Franklin hatte inzwiſchen eben daſſelbe bemerkt. Wenn zwo Perſonen auf Wachs ſtanden, deren eine die Röhre rieb, die andere den Funken daraus zog, ſo waren beyde elektriſirt, und gaben ſich unter einander ſelbſt einen ſtärkern Funken, als wenn jede von einer dritten berührt ward. Er ſchloß daraus, daß eine von beyden das hergebe, was die andere erhalte, und daß alſo vor dem hergeſtellten Gleichgewichte die eine mehr, die andere weniger, gehabt habe. Dies gab ihm Anlaß, die Elektricität der einen die poſitive, die der andern die negative zu nennen, und darüber folgende Sätze anzunehmen.

1. Durch die ganze Körperwelt iſt eine einzige feine Materie verbreitet, welche den Grund aller elektriſchen Erſcheinungen enthält.

2. Die Theile dieſer Materie ſtoßen ſich ab; werden aber von den Theilen der Körper angezogen.

3. Jeder Theil eines Körpers kan eine gewiſſe Menge dieſer Materie in ſich nehmen, ohne daß ſie ſich auf ſeiner Oberfläche anhäufen darf. Hat er gerade dieſe Menge, ſo iſt er nicht elektriſirt.

4. Hat er mehr, als dieſe ihm natürliche Menge, ſo iſt er poſitiv; hat er weniger, ſo iſt er negativ elektriſirt.

5. Alle elektriſche Erſcheinungen entſtehen durch Uebergang oder durch proportionirte Vertheilung dieſer Materie.

Hieraus erklären ſich nun zuerſt das Anziehen und Zurückſtoßen. Sind zween Körper beyde poſitiv, ſo werden ſich ihre elektriſchen Materien ſtärker zurückſtoßen, als eine jede von ihnen von den Theilen des andern Körpers angezogen wird; daher ſcheinen ſich die Körper zu fliehen. Iſt der eine poſitiv, der andere negativ, ſo wird der Ueberfluß des poſitiven von den Theilen des andern ſtärker angezogen, als er die wenige elektriſche Materie deſſelben abſtoßen kan, daher gehen die Körper zuſammen. Sind beyde negativ, ſo ſtoßen die Theile der in der Luft befindlichen elektriſchen Materie ſich ſelbſt ſtärker zurück, und werden von den Theilen der Körper ſtärker

angezogen, als von ihrer zu wenigen elektriſchen Materie abgeſtoßen; daher dringt die ſo leicht bewegliche Luft dazwiſchen, und die Körper fliehen von einander. Die Schwierigkeit der Erklärung des letzten Falls, die man immer als einen ſtarken Einwurf gegen **Franklins** Syſtem anſieht, ſcheint mir ſo groß nicht; es giebt ſtärkere Gründe gegen daſſelbe.

So folgt aus **Franklins** Sätzen das Geſetz des Anziehens und Zurückſtoßens, und alſo auch das Geſetz der Wirkungskreiſe, welches, wie ich weiter oben gezeigt habe, mit jenem ganz einerley iſt. Dies erklärt auch das Anziehen leichter Körper, welche im Wirkungskreiſe des elektriſirten die entgegengeſetzte Elektricität erhalten, und alſo angezogen, nach erfolgter Berührung aber, weil ſie nun durch Mittheilung gleichartige Elektricität bekommen, zurückgeſtoßen werden, bis ſie Leiter berührt und dieſe Elektricität wieder abgegeben haben.

Zwar ſind dieſe Erklärungen nicht **Franklins** ſelbſt, der ſich von den Atmoſphären damals noch den Begrif machte, daß ſie aus der um den Körper umherſchwebenden elektriſchen Materie beſtünden. Erſt **Wilke** und **Aepinus** haben die Wirkungskreiſe beſſer kennen gelehrt, und dadurch ſelbſt im Franklinſchen Syſtem den Zuſammenhang der Erklärungen erleichtert.

Was aber dieſem Syſtem den meiſten Glanz gab, war die ſchöne Erklärung des leidner Verſuchs, der dadurch in einem über alle Erwartung deutlichen Lichte erſchien. **Franklin** behauptete nemlich, das Glas ſey undurchdringlich für die elektriſche Materie ſelbſt, nicht aber für die Wirkungen ihres Anziehens und Abſtoßens. Werde daher die eine Seite der Flaſche **poſitiv** elektriſirt, ſo ſtoße dieſer Ueberfluß eine gleiche Menge elektriſcher Materie in der andern Seite ab, daher werde dieſe eben ſo ſtark **negativ**, wofern ſie nur dieſe Materie wirklich abgeben könne, d. i. wenn ſie nur nicht iſolirt ſey. Die Undurchdringlichkeit des Glaſes hindere die Vereinigung beyder Elektricitäten. Darinn beſtehe die **Ladung**. Werde nun eine äußere leitende Verbindung zwiſchen beyden Seiten

gemacht, ſo gebe die poſitive Seite auf einmal ihren Ueberfluß an die negative ab, erſetze den Mangel derſelben, und ſtelle das Gleichgewicht her. Dies ſey die **Entladung.** Es bleibt bey der geladnen Flaſche kein Hauptphänomen übrig, das man nicht auf dieſe Art mit hinlänglicher Deutlichkeit begriffe, und vorherſagen könnte. Auch die Erſcheinungen des Elektrophors laſſen ſich aus dieſem Syſtem erklären, wenigſtens damit vereinigen, ſ. **Elektrophor.**

Dieſe Vorzüge haben dem Franklinſchen Syſtem ein großes und dauerhaftes Anſehen verſchaft. Die ſchwachen Waffen, womit es **Nollet** beſtritt, konnten ihm nicht ſchaden. Gerade die Theile, die **Nollet** tadelte, z. B. die Impermeabilität des Glaſes, die verſchiedenen Elektricitäten beyder Seiten der Flaſche, ſtehen am feſteſten, und gerade der Punkt iſt zweifelhaft, den **Nollet** ſelbſt annahm, nemlich die Einheit der elektriſchen Materie. Noch jetzt kan man bey weitem nicht ſagen, daß Franklins Syſtem widerlegt ſey, ob man ihm gleich vieles mit Wahrſcheinlichkeit entgegenſetzen kan.

Robert Symmer (Philoſ. Trans. Vol. LI. P. I.) zog aus ſeinen Verſuchen über die Elektricität geriebner ſeidner Bänder und Strümpfe die Vermuthung, daß es **zwo elektriſche Materien** gebe, die beyde einander ſtark anziehen, indem die Theilchen einer jeden ſich unter einander ſelbſt ſtark abſtoßen. Nach dieſer Hypotheſe ſind alſo + E und — E zwo wirklich verſchiedene Materien, die mit einander in chymiſcher Verwandtſchaft ſtehen, einander in der Entfernug anziehn oder binden, und bey wirklichem Uebergange ſättigen können, da nach **Franklins** Meynung + E vielmehr in dem Ueberfluſſe, — E in dem Mangel einer und ebenderſelben Materie beſteht. Wo nach Franklin der Uebergang allemal nur von der Seite, die zu viel hat, in die andere, die zu wenig hat, geſchieht, da kan hier Uebergang bald von der Seite + E zu der — E, bald von — E zu + E, bald von beyden zugleich ſtatt finden. Im übrigen ſind die Erklärungen ſo ähnlich, daß dieſe Symmerſche Theorie nicht mit Unrecht eine Verdoppelung der Franklinſchen genannt werden könnte.

Es fällt aber bey dieſer Vorausſetzung zwoer wirklich verſchiedenen E alles weit einfacher und gleichförmiger aus. Die Geſetze des Anziehens und Zurückſtoßens, mithin auch die der Wirkungskreiſe, liegen unmittelbar in der Vorausſetzung ſelbſt. Man darf, um das Zurückſtoßen zwoer — E zu erklären, nicht, wie bey Franklin, zu dem äußern in der Luft enthaltnen E ſeine Zuflucht nehmen, weil hier die — E in einer wirklichen Materie, nicht blos in einem Mangel, beſtehen. Die Verbindung beyder Materien mit vollkommner Sättigung macht, daß ſich gar keine Elektricität zeigt, weil alles E völlig gebunden iſt. Wird durch Mittheilung mehr + E in den Körper gebracht, oder durch Vertheilung etwas von ſeinem vorigen + E frey, ſo zeigt er die Erſcheinungen, die dem + E zukommen, und im entgegengeſetzten Falle die, ſo dem — E zugehören.

Das der innern Seite der Verſtärkungsflaſche zugeführte + E macht eben ſo viel + E der äußern Seite frey, und bindet eine gleiche Menge — E in derſelben. Iſt alſo die äußere Seite mit hinlänglichen Leitern verbunden, ſo giebt ſie denſelben ſo viel + E ab, als frey wird, und nimmt aus ihnen ſo viel — E an, als das + E der innern Seite bindet. Dies macht die Ladung der Flaſche aus. Die E beyder Seiten binden einander; daher zeigen beyde Seiten, einzeln berührt, keine Elektricität, weil ſie kein freyes oder ſenſibles E haben. Auch kan jede noch mehr E annehmen, wenn nur die andere eben ſo viel entgegengeſetztes E erhalten kan. Iſt das nicht, ſo kan jene auch weiter kein E annehmen. Denn der geringſte Zuſatz, den ſie erhält, bleibt ungebunden oder frey, und ſtößt daher alles fernere gleichartige E ab.

Wird aber zwiſchen beyden Seiten eine leitende Verbindung gemacht, ſo macht ſich auf einmal alles — E und + E in beyden los. Aus der innern Seite geht eben das + E heraus, welches das — E der äußern band, die äuſſere entläßt das — E, welches das + E der innern band. Beyde Seiten befreyen alſo einander ſelbſt von ihren Elektricitäten.

Die Phänomene des Elektrophors erklären ſich nach dieſer Theorie weit leichter, als nach der Franklinſchen, ſ. Elektrophor. Auch ſind alle Erklärungen vollkommen gleichförmig, ſie mögen + E oder — E betreffen, welches man bey Franklins poſitiver und negativer Elektricität nicht allezeit ſagen kan.

Bey Gegeneinanderhaltung dieſer beyden Theorien, welche bis hieher die einzigen beyfallswürdigen ſind, ſcheint es für Franklin's Meynung vortheilhaft, daß ſie da nur eine Materie braucht, wo Symmer deren zwo annehmen muß. Man ſoll nach Newtons weiſen Regeln nie mehr Urſachen annehmen, als zur Erklärung der Erſcheinungen nothwendig ſind, alſo nicht zwo, wo eine hinreicht. Allein es iſt hier eben die Frage, ob dieſe eine wirklich hinreichend ſey, und überdies iſt es der Analogie der Natur ſehr gemäß, zwo Subſtanzen anzunehmen, die ſich anziehen, binden und ſättigen, wie Säuren und Laugenſalze, deren beſondere Wirkungen unmerklich werden, wenn ſich beyde zu einem Mittelſalze verbinden.

Gegen Franklins poſitive und negative Elektricität aber läßt ſich einwenden, daß noch Niemand durch einen entſcheidenden Verſuch habe darthun können, welche von beyden denn wirklich die poſitive oder im Ueberfluß beſtehende ſey. Es verhält ſich nach dieſer Theorie mit + E, o und — E, wie mit verdichteter, freyer und verdünnter Luft. Wie es nun bey der Luft ſogleich in die Augen fällt, wo ſie verdichtet und verdünnt ſey, ſo ſollten ſich doch hier auch deutliche Anzeigen finden, wo man den Ueberfluß, und wo den Mangel antreffe. Franklin ward hierüber ſchon von Kinnersley befragt, und nahm die Glaselektricität für die poſitive an. Seine Gründe für dieſe Behauptung ſind folgende.

1. Die Glaselektricität giebt weit ſtärkere und längere Funken, als die einer Schwefelkugel. Dies erklärt er dadurch, daß die Körper weit geſchickter ſind, mehr Elektricität anzunehmen, als die ihnen eigne aus ſich herzugeben, daher der Conductor durch Glas, wobey er mehr erhalte, ſtärker elektriſirt werde, als durch Schwefel, wo-

bey ihm etwas entzogen werde. Dies iſt aber eine willkührlich angenommene Behauptung, die keinen Beweis abgeben kan.

2. Wenn die Glaselektricität aus Spitzen ausgeht, ſind die Feuerbüſchel lang, ſtark und praſſelnd; kürzer hingegen, ſchwächer und mehr ziſchend, wenn eine Spitze Harzelektricität verliert. Franklin nimmt die ſtarken Büſchel für **Ausſtrömen** des Ueberfluſſes, die ſchwachen für **Eindringen** an, wodurch Mangel erſetzt werde. Die Vertheidiger ſeines Syſtems haben noch angeführt, daß Spitzen, wenn ſie + E annehmen oder — E abgeben, gar keinen Büſchel, ſondern einen leuchtenden Punkt zeigten, oder nur glühend ſchienen. Hiemit ſcheinen aber die Verſuche nicht immer übereinzuſtimmen; denn ſowohl negative als poſitive Spitzen zeigen Lichtbüſchel, die erſtern nur ſchwächere. Noch mehr. An beyderley Spitzen fühlt man ein Blaſen, wenn man die flache Hand dagegen hält, und dieſer Wind kömmt jederzeit von der Spitze her, geht aber nie auf ſie zu. Man kan durch dieſes Blaſen Körper in Bewegung ſetzen, ſ. **Flugrad, elektriſches**, und dieſe drehen ſich allezeit nach einerley Seite, es ſey nun + E, was ſie treibt, oder — E. Ja, eben das geſchieht auch im **luftleeren** Raume. Kampher, den man auf dem Conductor anzündet, wieder ausbläſet, und dann plötzlich elektriſiret, wird in lange divergirende Fäden ausgeſponnen, der Conductor mag + E oder — E haben. Das ſcheint doch eher anzuzeigen, daß auch aus negativen Spitzen etwas wirklich ausgehe, nicht blos etwas in ſie **eindringe**.

3. Franklin glaubte zu bemerken, daß der Funken zwiſchen der Schwefelkugel und ſeinem Finger ſich über des letztern Oberfläche zu verbreiten ſchien, als ob er aus dem Finger flöſſe; bey der Glaskugel aber war der Fall anders. Hierauf iſt zu antworten, daß ja die Verbreitung über eine Fläche eben ſowohl Einfließen als Ausfließen anzeigen könne, und daß das Phänomen viel zu undeutlich ſey, als daß es zum Entſcheidungsgrunde eines Syſtems dienen könnte.

4. Er führt endlich an, daß das Blaſen negativer Spitzen ſchwächer ſey, als das von poſitiven. Dies iſt aber mehr wider ihn, indem er dadurch doch eingeſteht, daß negative Spitzen auch blaſen, welches weit eher ein Ausſtrömen, als ein Eindringen, anzeigt. Höchſtens folgt hieraus, daß + E ſich leichter mittheile, als — E.

Es iſt alſo eine blos willkührlich angenommene Behauptung, daß die Glaselektricität oder unſer + E der Ueberfluß, die Harzelektricität oder unſer — E der Mangel an elektriſcher Materie ſey. Man würde die Wahrheit dieſes Satzes prüfen können, wenn es möglich wäre, die Richtung der elektriſchen Funken und der Erſchütterungsſchläge zu bemerken. Aber daran iſt bey der erſtaunlichen Geſchwindigkeit der elektriſchen Uebergänge gar nicht zu denken. Franklins Anhänger, z. B. Cavallo, geben zwar viele Verſuche an, welche zeigen ſollen, daß die Richtung ſtets von der poſitiven Seite aus und gegen die negative zu gehe. Es hat aber keiner unter dieſen Verſuchen die zur Entſcheidung erforderliche Deutlichkeit. Bey allen wird eine faſt ängſtliche Sorgfalt empfohlen, wenn ſie nicht fehlſchlagen oder zweydeutig ausfallen ſollen, bey einigen wird ſogar eingeſtanden, daß das Reſultat bald ſo, bald anders ſey, und die ſicherſten gründen ſich auf die Phänomene des elektriſchen Lichts, wobey immer nur willkührlich angenommen wird, daß das ſchwächere Licht ein Eindringen der Materie anzeige.

Dagegen kan man andere Verſuche anführen, die dem Frankliniſchen Syſtem gerade zu entgegen ſind. Dahin gehört der elektriſche Schlag durch eines oder mehrere Kartenblätter. Die Löcher in den Blättern haben, wie Cavallo (III. B. 7 Cap. 10. Verſ.) ſelbſt anmerkt, auf beyden Seiten einen erhabnen auswärts gebognen Rand oder Wulſt. „Dieſer Umſtand zeigt, ſagt er, daß das „Loch nicht nach der Richtung, nach welcher die Materie „durchgeht, geſchlagen werde.“ Er zeigt aber vielmehr, daß die Materie nicht nach einer Richtung durchgehe.

Wenn man endlich auf die Wirkungen der Vertheilung und der elektriſchen Wirkungskreiſe ſieht, ſo iſt es

weit natürlicher und leichter, ſich dabey zwo Materien, deren jede ein Franklinſches poſitives E iſt, zwey reelle Weſen, als einen Mangel und Ueberfluß eines einzigen E zu gedenken. Ich begreiſe weit leichter, wie ein reelles + E ein anderes eben ſo reelles — E in der Entfernung anziehen, binden und feſthalten könne, als ich mir vorſtellen kan, wie ſich Ueberfluß und Mangel anziehen und binden können.

Daher iſt ſelbſt Herr Wilke, der ſonſt in den Erklärungen dem Franklinſchen Syſtem ſehr glücklich folgte, und ſogar zu Verſchönerungen deſſelben beygetragen hat, ſeit ſeinen im Jahre 1762 und 1763 angeſtellten Verſuchen (Schwed. Abhandl. B. 23. S. 271. ingl. B. 25. S. 207. u. f.) über die entgegengeſetzten Elektricitäten, mehr auf die Seite der Symmerſchen Theorie getreten, und hat ſich nachher in ſeinen Abhandlungen über den Elektrophor (Schwed. Abhdl. B. 39. S. 68.) noch beſtimmter dafür erkläret. Auch Bergmann (Schwed. Abhdl. für 1765, B. 27. S. 145.), Kratzenſtein (Vorleſ. über die Exper. Phyſ. Copenh. 4te Ausg. 1781. 8. p. 151.), Karſten (Anleitung zur gemeinnützlichen Kenntniß der Natur, Halle 1783. 8. §. 497.) und Forſter (in Crells neuſten Entdeckungen in der Chymie, 12. B. S. 154.) nehmen lieber zwo verſchiedne elektriſche Materien, als eine einzige, an. Herr Lichtenberg erklärt die Phänomene durch die Bezeichnungen + E und — E in Ausdrücken, welche man nach den beyden Syſtem überſetzen kan. Man wird aber dieſe Ueberſetzungen weit leichter und ſchöner finden, wenn man ſie nach der Symmerſchen Theorie einrichtet, welcher auch Hr. Lichtenberg den Vorzug giebt.

Franklin ſelbſt, der über Anhänglichkeit an Hypotheſen weit hinaus iſt, hat von ſeiner Theorie nie anders, als mit Mißtrauen, geſprochen. Seine Verdienſte gründen ſich nicht auf dieſe Theorie, ſondern auf die wohlgeordneten Vorſtellungen, die er uns mit Hülfe derſelben verſchaft hat, und auf ſeine übrigen Entdeckungen und wichtigen Anwendungen derſelben, welche immer feſtſtehen, die Theorie

falle oder nicht. Er führt ſelbſt an (Briefe v. der Elektr. der deutſchen Ueberſ. S. 83.), es ſey der Menſchheit mehr an der Kenntniß der Geſetze der Natur, als an der Kenntniß ihrer Urſachen gelegen. Es ſey ſehr nützlich, zu wiſſen, daß das Porcellan ohne Stütze herabfalle und zerbreche; aber warum es falle, und warum es zerbreche, ſey ein Gegenſtand der bloßen Speculation. „Es iſt ein Vergnügen, das zu wiſſen ſetzt er hinzu, wir können aber „unſer Porcellan auch ohne dieſes bewahren.“

Zum Beſchluß dieſes Artikels muß ich noch mit wenigem einiger Muthmaßungen der Naturforſcher über die Natur der einen oder der mehrern elektriſchen Materien, und über ihre Aehnlichkeit mit andern Stoffen, gedenken. Die älteſten Beobachter hielten ſie für einen öhlichten Ausfluß aus den Körpern ſelbſt; als man aber ihr Licht, ihren Funken, ihre zündende Kraft u. ſ. f. bemerkte, war es ſehr natürlich, ſie dem Feuer ähnlich zu finden, und daher kömmt die Benennung des elektriſchen Feuers, welche bey den phyſikaliſchen Schriftſtellern ſeit Grays Zeiten ſo gewöhnlich geworden iſt.

So ſehr nun verſchiedene Wirkungen der Elektricität mit den Wirkungen des Feuers übereinſtimmen, ſo iſt doch oft in den Körpern viel Feuer oder Wärme anzutreffen, ohne daß ſie einen merklichen Grad der Elektricität zeigten; auch dringt das Feuer durch alle bekannte Körper, und vertheilt ſich nach gewiſſen Verhältniſſen, da hingegen die elektriſche Materie blos durch die Leiter geht; endlich theilt ſich das Feuer den Körpern nur langſam mit, da hingegen die elektriſche Materie die längſten Leiter faſt augenblicklich durchſtrömet. Dieſe Unterſchiede zeigen ſchon, daß man die Gleichheit zwiſchen den Urſachen der Elektricität und der Wärme nicht ohne alle Einſchränkung annehmen könne.

Herr Achard (Mém de l'acad. de Pruſſe, 1779.) hat die Aehnlichkeiten der Elektricität mit der Wärme in Abſicht auf Erregung, Wirkung und Mittheilung in einer eignen Abhandlung zuſammengeſtellt. Er bemerkt, daß alles Reiben ſowohl Elektricität, als Wärme, errege, daß

Wärme ſowohl als Elektricität die Körper ausdehne, die Vegetation und Ausdünſtung befördere, und den Umlauf des Bluts beſchleunige, daß beyde das Auslaufen der Eyer bewirken, Metalle ſchmelzen, und ſich gleichförmig durch die Körper zu verbreiten ſtreben, daß endlich eben die Körper, welche die Wärme am ſchnellſten annehmen und verlieren, auch die Elektricität am beſten annehmen und leiten.

D. Prieſtley (Obſ. on different kinds of air, Vol. II. Sect. 13.) findet, daß der elektriſche Funken, wenn er in verſchiedene Luftgattungen geht, einerley Wirkung mit einem zugeſetzten Phlogiſton hervorbringe. Dahin gehört auch ſein Verſuch, daß der elektriſche Funken, wenn er durch Luft geht, die Lakmustinktur röthe, ingleichen die Verſuche des Grafen vou Milly über die Reduction der metalliſchen Kalke durchs Elektriſiren, und Achards Verſuch (Chymiſch-phyſiſche Schriften, S. 188.), da geſchmolzener Schwefel durch den elektriſchen Schlag alkaliſirt wird. Prieſtley nimmt ſeinen Verſuchen nach an, die elektriſche Materie ſey entweder das Phlogiſton ſelbſt, oder enthalte doch dergleichen. Inzwiſchen ſind dieſe Verſuche noch nicht entſcheidend, weil das Phlogiſton auch aus der Oberfläche der Leiter, aus welchen der Schlag gekommen iſt, oder aus fremden in der Luft ſchwebenden Theilen könnte entbunden worden ſeyn.

Henly (ſ. Cavallo, Th. II. Cap. 2.) nimmt die elektriſche Materie für eine beſondere Modification eben desjenigen Grundſtofs an, der im Zuſtande der Ruhe Phlogiſton, bey gewaltſamer Bewegung aber Feuer genannt werde. Er beruft ſich darauf, daß beym Reiben ſolcher Körper, welche verſchiedne Mengen von Phlogiſton enthalten, diejenigen, welche viel Phlogiſton haben (z. B. vegetabiliſche Materien), die elektriſche Materie abgeben, d. i. negativ elektriſirt werden, daß hingegen die, welche wenig Phlogiſton haben (z. B. animaliſche Subſtanzen), elektriſche Materie annehmen, d. i. eine poſitive Elektricität erhalten. Dieſen Satz hat er durch viele Verſuche bewieſen; der daraus gezogne Schluß aber beruht ganz auf

dem Franklinſchen Syſtem. Er ſieht alſo Phlogiſton, Elektricität und Feuer blos als verſchiedene Modificationen eines und ebendeſſelben Grundſtofs an der im ruhenden Zuſtande Phlogiſton ſey, beym erſten Grade der Wirkſamkeit Elektricität, und bey heftiger Bewegung Feuer hervorbringe. Man kan nicht läugnen, daß dieſe Vorſtellungsart bey der Vorausſetzung einer einzigen elektriſchen Materie, alle Aufmerkſamkeit verdiene.

Diejenigen hingegen, welche die Symmerſche Theorie mehr befriediget, haben zur Erklärung der Urſachen elektriſcher Erſcheinungen zwo beſondere mit einander verwandte Materien nöthig. Herr Wilke nimmt dafür das Feuer und eine Säure an, hat auch in ſeinen angeführten Abhandlungen ſtatt der Bezeichnungen + E und — E ſtets die Namen Feuer und Säure gebraucht. Die neuern chymiſchen Unterſuchungen und Theorien über Feuer, Phlogiſton und Verbrennung, wobey ſich mehrentheils zween einander entgegenwirkende Stoffe zeigen, haben zu beſtimmtern Muthmaßungen hierüber Gelegenheit gegeben.

Herr Kratzenſtein (Vorleſ. über die Exp. Phyſ. 4te Aufl. Copenh. 1781. 8.) nennt + E die acide, — E die phlogiſtiſche Elektricität, und leitet alle elektriſche Erſcheinungen von Dunſtkreiſen her, die aus feinen Theilen des Acidums und des Phlogiſtons, d. i. aus ſchweflichten und phosphoriſchen Ausflüſſen beſtehen, die aus den Körpern herausgetrieben und in eine zitternde Bewegung verſetzt werden. Herr Lichtenberg (Magazin für das Neuſte aus d. Phyſ. I. B. 4 St. S. 113. u. f.) giebt von dieſer Theorie einen ungemein lehrreichen Auszug, mit ſeinen Bemerkungen begleitet.

Herr Karſten (Anl. zur gemeinnützl. Kenntniß der Natur, §. 497.) nimmt bis auf weitere Unterſuchung den Stof des + E für reine mit Elementarfeuer geſättigte Luft, den des — E für das an eine zarte Säure gebundne Phlogiſton an, und erklärt hieraus die Hauptgeſetze der Elektricität ſehr ſchön und in völliger Uebereinſtimmung mit Crawford Theorie der Verbrennung. Daß aber bey elektriſchen Wirkungen alle die hier genannten Grundſtoffe,

nemlich Feuer, Säure, Phlogiſton und Luft, wirkſam ſind, iſt gröſtentheils durch Verſuche erwieſen. Beym elektriſchen Funken zieht nach dieſer Erklärung das Feuer die Säure, die Luft das Phlogiſton an; alle dieſe Stoffe verlaſſen ihre vorigen Verbindungen; das Feuer vom Phlogiſton getrennt, wird frey und als ein Funken ſichtbar, die Säure röthet die Lakmustinktur, und die Luft wird phlogiſtiſirt. Alles übrige erklärt ſich, wie bey Franklin, wenn man nur unter Ueberfluß jetzt Ueberfluß an + E und Mangel an — E, unter Mangel jetzt Mangel an + E und Ueberfluß an — E verſteht.

Eben ſo äußert Herr Forſter (Crells neuſte Entd. 12 B. S. 154.) die Vermuthung, daß + E Feuer oder Wärme, — E Brennbares ſey. Er findet in der atmoſphäriſchen Luft Wärme und Luftſäure. „Wenn man „nun, ſagt er, Glas auf einer harzigen Materie reibt, ſo „werden die Feuertheile, die in der dephlogiſtiſirten Luft „ſind, angehäuft und längſt dem Leiter ausgebreitet: da„gegen auf der andern Seite die phlogiſtiſche Materie ſich „auch anhäuft. Wenn nun z. B. eine geladne Flaſche be„rührt wird, und alſo beyde elektriſche Materien, die ſich „ſo ſehr entgegen ſind, einander begegnen müſſen, und bey„de eilen, ſich ins Gleichgewicht zu ſetzen, ſo wirkt die Luft„ſäure aufs Phlogiſton, das Feuer wird entbunden, zeigt „ſich als Feuer und wirkt als ſolches. Das Phlogiſton „und die Luftſäure aber zeigen ſich auch, beſonders die „letzte, die ſich durch den Geruch ſehr deutlich zu erken„nen giebt ꝛc.“

In dieſen, jetzt freylich noch unvollkommnen, Entwürfen ſcheint doch etwas mehr, als bloße Muthmaßung, zu liegen, und man darf hoffen, daß fernere chymiſche Unterſuchungen, welche ſchon ſo viel Licht über andere Fächer der Phyſik verbreitet haben, in Zukunft auch deutlichere Belehrung über die bey der Elektricität wirkſamen Grundſtoffe verſchaffen werden.

Cavallo vollſtändige Abhandlung der theoretiſchen und praktiſchen Lehre von der Elektricität, aus d. Engl. 3te Aufl. Leipzig 1785. 8.

Adams Verſuch über die Elektricität, aus d. Engl. Leipzig, 1785. 8.

Prieſtley Geſchichte der Elektricität, aus d. Engl. von Krünitz, Berl. u. Stralſ. 1772. gr. 4.

Franklin's Briefe von der Elektricität, überſ. v. Wilke, Leipz. 1758. 8.

Lichtenbergs Ausgabe von Erxlebens Anfangsgr. der Naturlehre, Gött. 1784. 8. beſonders Anm. zu §. 549

Karſten Anleitung zur gemeinnützlichen Kenntniß der Natur, Halle, 1783. 8. §. 114-132, ingl. §. 497. u. f.

Elektricität, mediciniſche, Electricitas medica, *Electricité medicale.* Unter dieſem Namen werden die Anwendungen der Elektricität auf die Heilung einiger Krankheiten des menſchlichen Körpers begriffen.

Die unſtreitigen Wirkungen der dem menſchlichen Körper mitgetheilten Elektricität ſind eine Beförderung der allmähligen Ausdünſtung, ein beſchleunigter Umlauf des Bluts und eine Vermehrung der Abſonderungen in den Drüſen. Was insbeſondere den Umlauf des Bluts betrift, ſo vermehrt bloßes Elektriſiren, es ſey poſitiv oder negativ, die Anzahl der Pulsſchläge ohngefähr um ein Sechſtel (z. B. von 80 in einer Minute bis auf 96). Dieſe Wirkung iſt bey geſunden Perſonen faſt ganz allgemein, und erfolgt oft auch bey kranken. Gerhard (Nouv. Mém. de Berlin 1772.) behauptet, daß das Elektriſiren die Zahl der Pulsſchläge bisweilen ſogar verdoppele, manchmal aber auch vermindere. Vermuthlich kömmt hier ſehr viel auf den Grad des Elektriſirens, auch auf Conſtitution und Temperament der Perſonen an, bey denen oft, wenn ſie mit Angſt und Zittern an die Elektriſirmaſchine treten, der Puls ſchon der Furcht wegen geſchwinder geht. Die elektriſchen Ströme erregen einen gelinden mechaniſchen Reiz, die Funken und Schläge einen ſtärkern, der mit Erſchütterung der Nerven, oft bis zu convulſiven Bewegungen, begleitet iſt.

Niemand wird leugnen, daß die angeführten Wirkungen der mitgetheilten Elektricität und des Ausſtrömens dem Körper dienlich ſind, und bey manchen Krankheiten

vortheilhafte Folgen haben können, beſonders bey denen, welche von Verſtopfungen der Gefäße und Nervenzufällen herrühren, wie z. B. Flüſſe, Taubheit, Zahnweh, Geſchwülſte ohne Vereiterung, Entzündungen, beſonders der Augen, ſchwarzer Stahr, Thränenfiſteln, Lähmungen, Geſchwüre, Hautausſchläge, der Veitstanz, ſcrophulöſe Geſchwülſte, Abſceſſe, Lungenentzündungen im erſten Anfange, Nervenkopfſchmerzen, Anſatz zur Waſſerſucht, Podagra, Wechſelfieber, Verhaltung der monatlichen Reinigung u. dgl. ſind, bey welchen man auch die Elektricität jederzeit heilſam, und bey gehöriger Behandlung nie ſchädlich befunden hat.

Dagegen hat die Erfahrung gelehrt, daß bey Abflüſſen oder verſtärkten natürlichen Abgängen die Elektricität wenig Dienſte leiſte; wie man denn auch nicht rathſam findet, ſie wegen des Reizes, den ſie verurſacht, bey veneriſchen Perſonen und bey Schwangern zu gebrauchen.

Kratzenſtein wird als der Erſte angeführt, der im Jahre 1744. zu Halle die Lähmung eines Fingers durch Elektriſiren geheilt hat. Im Jahre 1748 heilte Jallabert zu Genf eine durch den Schlag eines Hammers entſtandene Lähmung des Arms durch Elektriſiren mit Funken und Erſchütterungsſchlägen verbunden, worauf Sauvages zu Montpellier dieſe Curen vervielfältigte und berühmter machte. Die unſchickliche Wahl der Behandlung verurſachte damals, daß die Proben nicht ſtets ſo ausfielen, wie man wünſchte, unſtreitig darum, weil man die Kranken durch allzuſtarke Funken und Schläge aufs heftigſte angrif und faſt mißhandelte. Daher wurden die Meynungen ſehr getheilt, und häufige Streitſchriften gewechſelt. D. Hart (Philoſ. Trans. Vol. XLVIII. P. 2. S. 786) und Franklin (Phil. Trans. Vol. L. P. 2. S. 481.) führen Fälle an, wo die Elektricität nicht geholfen, oder gar geſchadet haben ſoll; Franklins Art zu elektriſiren, iſt aber auch ſo heftig, daß ſie wohl Geſunde krank machen könnte. Lovet (Electricity rendered uſeful. London. 1760. 8.) ſchlug zuerſt eine gelindere Behandlung durch einfaches Elektriſiren, Funken und höchſtens ſchwache Erſchütterun-

gen vor, und verrichtete auf dieſem Wege, ſo wie der berühmte **Weſley**, eine große Menge glücklicher Curen. Auch **de Haen** (Ratio medendi, Vol. I. S. 234.) erklärt ſich ſehr für den medicinischen Gebrauch der Elektricität, wovon übrigens **Ferguſon** (Introd. to electricity, London. 1770 8. Sect. 6.) und **Hartmann** (Die angewandte Elektricität bey Krankheiten des menſchl. Körpers, Hannover 1770. 8.) viele vortheilhafte Beyſpiele anführen. Jetzt iſt der Gebrauch der Elektricität durch die engliſchen Aerzte ſehr emporgekommen, und die Art der Behandlung genauer beſtimmt worden. Sie iſt von **Partington** bey Augenentzündungen (ſ. **Cavallo** Verſuch über die medicin. Elektricität, S. 50) und Zuſammenziehung der Muſkeln (Philoſ. Trans. Vol. XLVIII.), von **Fothergill** (Philoſ. Trans. Vol. LXIX.) beym Veitstanze mit glücklichem Erfolg gebraucht, und von **Birch** (ſ. Samml. auserleſener Abhdl. zum Gebrauch praktiſcher Aerzte, Leipz. 8. V. B. 4tes St. Num. 1.) als ein beſonders wirkſames Mittel bey Verhaltungen der monatlichen Reinigung empfohlen worden. Beyſpiele, daß die Elektricität auch beym ſchwarzen Stahr mit gutem Erfolg gebraucht worden ſey, finden ſich im 5ten Bande der londner mediciniſchen Bemerkungen und Verſuche (Medical Eſſays of the College of Phyſicians in London).

Ob man gleich die ſonſt gewöhnlichen ſtarken Schläge ganz vermeiden muß, ſo thut man doch beſſer, ſich großer Maſchinen zu bedienen, die wenigſtens drey Zoll lange Funken geben. Dieſe Größe iſt nöthig, wenn das Ausſtrömen, welches die neuern Aerzte ſo wirkſam gefunden haben, mit der gehörigen Stärke erfolgen ſoll.

Zu dieſem Ausſtrömen hat **Partington** einige Inſtrumente erfundet, die er **Directoren** nennt. Sie beſtehen aus meſſingenen mit Kugeln geendeten Stäben mit gläſernen Handgriffen. Man kan ſie auch brauchen, um gelinde Schläge durch einen einzelnen Theil des Körpers zu leiten, wenn man durch Dräthe einen davon mit dem Knopfe, den andern mit der äußern Belegung einer geladenen Flaſche verbindet, dann aber ihre Kugeln zugleich

an die beyden Enden des Theiles anhält, durch welchen der Schlag gehen ſoll. Um hiebey die Stärke der Schläge genauer abzumeſſen, kan man ſich des Auslade-elektrometers von **Lane** bedienen, ſ. **Elektrometer.** Andere Directoren endigen ſich in einen umgebognen Drath, an welchen ein 1 — 1½ Zoll langes nicht ſehr ſpitziges Holz, am beſten Buxbaum, geſteckt werden kan. Verbindet man den Drath dieſes Directors mit dem erſten Leiter der Maſchine, und hält ihn bey den gläſernen Handgriffe ſo, daß die hölzerne Spitze 1 — 2 Zoll weit von dem Körper des Kranken abſteht, ſo ſtrömt die elektriſche Materie aus dieſer Spitze ſo aus, daß ihre Kraft zwiſchen der aus metalliſchen Spitzen ausgehenden und der Kraft der Funken das Mittel hält. Der Strom beſteht aus einer großen Anzahl ungemein kleiner Funken, mit einem ſanften Blaſen, erregt einen gelinden Reiz, und bringt eine angenehme Wärme in den elektriſirten Theil. Wo dieſer Grad noch zu ſtark iſt, da muß man das Holz abnehmen, und die elektriſche Materie blos aus der metallnen Spitze des Directors ſelbſt ausſtrömen laſſen, welches die gelindeſte Behandlung und doch ſehr wirkſam iſt. Das Ausſtrömen kan ſogar ohne Furcht einer Beſchädigung auf die Augen gerichtet werden, wozu **Hausmann** (Sammlung der auserleſenſten und neuſten Abhandlungen für Wundärzte, Leipz. 8. IV. Stück. Num. 17.) einen eignen Director beſchreibt.

Noch eine andere Art der Directoren beſteht aus einer an beyden Enden ofnen Glasröhre. Das eine Ende iſt mit Kork verſtopft, durch den ein Drath geht, deſſen ſtumpfes und glattes Ende innerhalb der Röhre noch $\frac{1}{10}$ bis $\frac{2}{10}$ Zoll von dem andern Ende abſteht. Am andern Ende des Draths iſt ein metallner Knopf. Dieſe Directoren dienen, aus den innern Theilen des Ohres oder Mundes Funken zu ziehen, daher man auch oft das Ende der Röhre und des Draths ein wenig umbiegt. Man ſetzt den Kranken auf einen iſolirten Stuhl, verbindet ihn mit der Maſchine, bringt das Ende der Glasröhre in Berührung mit dem leidenden Theile, und fährt mit dem Knöchel des Fingers gegen den Knopf, ſo entſteht ein Funken zwiſchen

Knopf und Finger, und ein anderer zwiſchen dem Ende des Draths und dem leidenden Theile.

Es giebt fünf Grade der zur Heilung dienlichen Elektricität: das Ausſtrömen aus metallnen Spitzen, das aus hölzernen, ſchwache Funken, ſtärkere Funken, und endlich ſchwache Schläge. Man muß allezeit den Anfang mit dem ſchwächſten Grade machen, dies einige Tage lang fortſetzen, und nur, wenn es keine Wirkung thut, ſtufenweis ſo lang fortgehen bis man den wirkſamen Grad findet, den man nicht weiter verſtärken darf. Auch muß man nie zu Graden ſteigen, die dem Kranken Beſchwerde und ſehr unangenehme Empfindungen erregen.

Noch eine ſehr vortheilhafte Methode, einen kranken Theil zu elektriſiren, iſt dieſe. Man iſolirt den Kranken, verbindet ihn mit der Maſchine, entblößt den leidenden Theil und bedeckt ihn mit trocknem warmen Flanell. Man bringt nun den Knopf eines Draths mit einem gläſernen Handgriffe an den Flanell, und fährt ſchnell darauf herum. So entſtehen viele kleine Funken, die eine angenehme Wärme erregen, und bey Lähmungen, Flüſſen, laufendem Gliederreißen, Kälte einzelner Theile ꝛc. von vorzüglichem Nutzen ſind.

Das Ausſtrömen aus Spitzen muß man wenigſtens 3, höchſtens 10 Minuten dauren laſſen. Bey Schlägen durch einerley Theil muß man nicht über 12—14 gehen; die Anzahl der Funken darf etwas höher ſteigen.

Prieſtley Geſch. der Elektricität, durch Krünitz, S. 260. u. f.

Cavallo Verſuch über die Theorie und Anwendung der mediciniſchen Elektricität, aus d. Engl. Leipzig 1782. 8.

Elektricitätsträger, beſtändiger, ſ. Elektrophor.

Elektricitätszeiger, Index ſ. Gnomon electricitatis. Man hatte dieſen Namen einigen Vorrichtungen beygelegt, deren ſich die erſten Beobachter der Gewitterelektricität bedienten, um das Daſeyn derſelben zu bemerken und ihre Stärke zu meſſen. Jetzt werden zu dergleichen Beobach-

tungen ſelten andere, als die gewöhnlichen atmoſphäriſchen Elektrometer, gebraucht, von welchen ich in dem Artikel: **Luftelektrometer**, handeln werde. Man könnte inzwiſchen den größern und immer bleibenden Veranſtaltungen hiezu den Namen der Elektricitätszeiger laſſen, und die kleinen portativen Werkzeuge Luftelektrometer nennen. Man hat ihnen auch den Namen **Blitzmeſſer** beygelegt, der dem Unerfahrnen ſehr ſonderbar vorkommen muß; auch den halb lateiniſchen und halb griechiſchen Namen **Fulgurometer**, wofür man ſchicklicher Brontometer ſagen würde. Dieſe Namen ſcheinen mir aber unſchicklich. Man mißt doch nicht den Blitz oder den Funken, ſondern nur die Stärke der Elektricität.

Franklin (Briefe über die Eletricität nach Wilkes Ueberſ. S. 146 f.) ſetzte, nachdem er die Gleichheit des Blitzes und der Elektricität entdeckt hatte, zuerſt eine iſolirte eiſerne Stange auf ſein Haus, und befeſtigte an derſelben zwey Glöckchen, ſo, daß ſie ihm durch ihr Läuten die Elektriſirung der Stange andeuteten, ſ. **Glockenſpiel, elektriſches**. Am 12 April 1753 fand er dadurch zum Erſtenmale bey einem Gewitter die Elektricität der Wolken negativ. Man kan auch die Veranſtaltungen, durch welche **Dalibard** und **Delor** die Gleichheit des Blitzes mit der Elektricität beſtätigten, ſ. **Blitz**, unter die Elektricitätszeiger rechnen. Dieſen Beobachtern, ſo wie dem Abbe **Mazeas** ſammelte die einfache Stange noch nicht genug Elektricität, ſie verbanden ſie daher mit mehrern iſolirten Metallſtangen, und nannten die ganze Vorrichtung ein **Elektricitätsmagazin** (*Magazin d'électricité*). **Canton** bediente ſich einer iſolirten Stange, brachte aber am Ende derſelben, wo ſie auf der iſolirenden Glasſäule ruhte, einen zinnernen Deckel an, um den Regen vom Glaſe abzuhalten.

Richmann erfand ſich eine eigne Veranſtaltung (De indice electricitatis, in Nov. Comm. Petrop. To. IV. ad ann. 1752 et 1753. p. 310. ingl. *Winkler* de avertendi fulminis artificio, Lipſ. 1753. 4.), u. legte ihr den Namen Index ſ. Gnomon electricitatis bey. Sein

Schickſal und ſeine Verdienſte ſind es wohl werth, daß man dieſen Namen zu ſeinem Andenken in der Wiſſenſchaft beybehalte. Er hatte am Dache ſeines Hauſes einen Ziegel ausgehoben, und auf die nebenliegenden Ziegel eine gläſerne Flaſche geſetzt, durch welche eine eingeküttete eiſerne Stange hindurchgieng. Ihr oberes Ende ragte 4—5 Schuhe über das Dach hervor. Am untern Ende hieng eine Kette, welche, ohne Leiter zu berühren, in ein Zimmer geführt war, in welchem ſie noch 6 Schritt weit an der Decke bis an ein Fenſter fortlief wo von ihr ein Metalldrath herabhieng. Dieſer war mit einer kleinen Metallſtange verbunden, welche in einem mit Kupferfeile gefüllten Glaſe auf einem 4 Schuh hohen Schranke aufſtand. An der Metallſtange hieng vom obern Ende herab ein leinener Faden, der, wenn ſich Elektricität zeigte, von der Stange abgeſtoßen ward. Ein nebenſtehender getheilter Quadrant gab den Winkel des abgeſtoßnen Fadens mit der Stange an. Die Gewitter-elektricität hob dieſen Faden nie über 30°, die künſtliche aber über 55°. Den 9 Auguſt 1752 war di Elektricität ſo ſtark, daß der obere Theil der Metallſtange freywillig mit Geräuſch ausſtrömte, und die Berührung derſelben Hand und Arm erſchütterte. Bisweilen ſetzte Richmann eine iſolirte leidner Flaſche daneben, deren innere Seite mit dem herabhängenden Drathe verbunden ward, und fand dadurch die Elektricität noch mehr verſtärkt. Am 6 Aug. 1753 tödtete ihn bey dieſer Veranſtaltung der unglückliche Schlag, deſſen Wirkungen bey dem Worte: Blitz, angeführt worden ſind.

Um nun den Beobachter für ähnlichen Gefahren zu ſichern, gab Winkler (De fulminis avert. artificio) eine andere Vorrichtung an, bey der man Funken, welche die Gewitterelektricität zwiſchen zween Körpern ſchlägt, aus der Ferne beobachten kan. Sie gehört ebenfalls zu den Elektricitätszeigern, giebt aber die Funken alsdann erſt, wenn die Elektricität ſtark genug wird, um in der Schlagweite, auf welche die Körper geſtellt ſind, zu wirken, und dient alſo nicht zu Abmeſſung ſchwächerer oder ſtärkerer Grade.

Prieſtley (Geſch. der Elektr. durch Krüniz, S. 344.) ſchlägt zur Beobachtung der Luftelektricität folgende Einrichtung vor. Man errichte auf dem Gipfel eines Gebäudes eine Stange, welche oben ein dickes Stück Glas, etwa einen Schuh lang, hat, das mit einem zinnernen Trichter bedeckt wird, um den Regen davon abzuhalten. Ueber demſelben laſſe man eine hohe zugeſpitzte eiſerne Ruthe hervorragen. Von dem Trichter laſſe man einen Drath an dem Gebäude herabhängen, der von der Stange und den Theilen des Gebäudes etwa einen Schuh weit entfernt bleibt. Dieſen fuhre man, ohne daß er Leiter berührt, durch ein Fenſter ins Zimmer, und verbinde ihn mit einem iſolirten Conductor an welchem man die Elektricität durch die gewöhnlichen Erſcheinungen wahrnehmen, auch ihre Stärke der Beſchaffenheit mit Elektrometern unterſuchen kan. Zur nöthigen Sicherheit räth Prieſtley an, neben dem Drathe einen gewöhnlichen Blitzableiter herabgehen zu laſſen.

Le Roy (*Rozier* Obſerv. et mém. ſur la phyſique, To. III. Janv. 1774.) beſchreibt unter dem Namen des Fulgurometers folgende Veranſtaltung. Er errichtet eine hohe hölzerne Stange an einem, ſo viel möglich, von Häuſern, Bäumen ꝛc. entfernten Orte, küttet darauf eine gläſerne Flaſche, und auf dieſe einen blechernen Trichter in Geſtalt eines 4 Schuh langen Sprachrohrs, deſſen unterer Rand auf allen Seiten einen Schuh weit über die Flaſche hinausgeht. Auf das obere enge Ende des Trichters wird eine 4—5 Schuh lange zugeſpitzte eiſerne Stange aufgeküttet, und von der Spitze aus ein Drath weit durch die Luft bis ins Zimmer des Beobachters geleitet, in deſſen Fenſter die Oefnung weit ſeyn muß; doch müſſen die Fenſter zugehalten werden, um keine Feuchtigkeit ins Zimmer zu laſſen. Zur nöthigen Beſchützung geht von dem Trichter noch eine Ableitungskette gerade herunter bis auf einen Schuh weit von der Erde; unter dieſe Kette wird eine Metallſtange tief in die Erde eingelaſſen, und hat oben eine leichte blecherne Platte mit einem Charnier. Wenn die Elektricität zu ſtark wird, ſoll nemlich das Ende der

Kette (an das man hiezu wohl eine Kugel, oder noch eine Platte anbringen möchte) die Platte anziehen, und ſich da⸗durch in die Erde ausladen. Im Zimmer ſteht ein höl⸗zernes Käſtchen, deſſen eine Wand eine Glasſcheibe iſt, dadurch der Drath geführt wird. Sie iſt inwendig mit ſchwarzem Taffet überzogen, damit das innere des Käſt⸗chens dunkel bleibe. An einer Seitenwand iſt ein Glas⸗fenſterchen, um hineinzuſehen. Im Käſtchen liegen auf zween Glasfüßen zwo kleine zugeſpitzte Metallſtangen mit metallnen Scheiben ſo, daß ſich immer die Spitze der einen Stange gegen die Scheibe der andern kehrt. Man muß ſie näher oder weiter von einander ſtellen können. An die eine Stange wird der Drath des Blitzmeſſers, an die an⸗dere ein anderer Drath angebracht, der in den Boden des Zimmers herabgeht. Wenn nun die Elektricität der At⸗moſphäre poſitiv iſt, ſo wird die mit ihr verbundne Spitze gegen die Scheibe, die mit der Erde verbunden iſt, einen **Feuerbüſchel**, und die andere einen leuchtenden **Punkt** zeigen; iſt ſie negativ, ſo werden die Erſcheinungen die umgekehrten ſeyn. Ich zweifle, daß dieſe ſehr zuſammen⸗geſetzte Einrichtung Beyfall finden werde, zumal da die Phänomene des elektriſchen Lichts nie ein beſtimmtes Maaß gewähren. Man kan aber das ganze Käſtchen weglaſſen, und die Elektricität mit dem Elektrometer unterſuchen.

Eine andere hierhergehörige ziemlich weitläuftige Ver⸗anſtaltung finde ich von **Donndorf** (Lehre v. der Elektr. II. B. S. 491.) beſchrieben. Es wird ein Haus von Bretern leicht erbaut; mitten durch deſſen Dach geht eine 20 Fuß hohe Stange, oben mit Spitzen verſehen, unten auf Pech iſolirt. Am Dache halten ſie viele ſeidne Schnüre, damit ſie nicht ſchwanke. Einige Schuhe über dem Dache ſitzt an ihr eine große kupferne Haube, die den Regen auf⸗fängt, und durch eine Rinne in ein iſolirtes Gefäß führt. Inwendig iſt die Stange mit der innern Seite einiger Verſtärkungsflaſchen, und mit einer Metallplatte verbun⸗den, die an ſeidnen Schnüren aufgezogen und niedergelaſ⸗ſen wird. Die äußern Seiten der Flaſchen ſind mit einem unter dieſer Metallplatte ſtehenden Stative verbunden.

So laden ſich die Flaſchen durch die Gewitterwolke, und entladen ſich, wenn man die Metallplatte nahe genug ans Stativ herabläßt. Die Beobachter können an einem entfernten ſichern Orte ſtehen, an welchen die ſeidnen Schnüre zum Aufziehen der Metallplatte hingeführt werden. Aus der Schlagweite zwiſchen dieſer Platte und dem Stative kan man auf die Stärke der Elektricität ſchießen.

Dies ſind die zur Beobachtung der Gewitterelektricität im Großen vorgeſchlagnen Einrichtungen oder Elektricitätszeiger, unter welchen der von Prieſtley beſchriebne mir der beſte däucht. Bequemer erreicht man eben die Abſicht durch den elektriſchen Drachen, und die portativen Luftelektrometer, von welchen in beſondern Artikeln gehandelt wird.

Prieſtley Geſchichte der Elektr. S. 344.
Winkler de Fulminis avertendi artificio, Lipſ. 1753. 4.
Donndorf, Lehre von der Elektricität, Erfurt. 1784. 8. II. B. S. 491.

Elektriſche Körper, an ſich elektriſche, idioelektriſche Körper, Nicht-leiter, Corpora electrica, per ſe electrica, idioelectrica, *Corps électriques, idioélectriques, Non-conducteurs.* Diejenigen Körper, deren Reibung an andern einen merklichen Grad von Elektricität erregt. Dazu gehört nun, daß ſolche Körper die erregte Elektricität nicht ſelbſt fortführen, oder durch ihre eigne Subſtanz verbreiten, ſondern ſie auf ihrer Oberfläche behalten, d. h. daß ſie nicht leitend ſind. Daher heißen ſie auch Nicht-leiter.

Ein vollkommen elektriſcher Körper würde derjenige ſeyn, der der Elektricität gar keinen Durchgang durch ſeine Subſtanz verſtattete. Das Glas iſt nach Franklins Behauptung ein ſolcher Körper. Man hat zwar dieſen Satz durch Verſuche beſtreiten wollen; aber man hat dabey oft die Wirkungen der Ladung mit den Wirkungen der Mittheilung oder des Durchdringens verwechſelt. Noch neuerlich hat Lyon (Exp. and Obſerv. made with a view to point out the errors of the preſent received theory of electr

Kent. 1780.4. und Farther proofs, that glaſs is permeab le by the electric effluvia, Lond. 1781. 4.) dieſe Undurchdringlichkeit des Glaſes beſtritten; allein Herr Lichtenberg (Magaz. für das Neuſte aus der Phyſik, B. I. St. 1. S. 170 u. f.) zeigt ſehr richtig, daß ſeine Verſuche vielmehr Beweiſe für dieſelbe enthalten. Da inzwiſchen erhitztes Glas unſtreitig ein Leiter iſt, ſo kan man doch ſagen, daß es keinen Körper gebe, welcher ſtets und unter allen Umſtänden ein vollkommner Nicht-leiter wäre.

Die elektriſchen Körper verſtatten der Elektricität den Durchgang durch ihre Subſtanz und die Verbreitung über ihre Fläche nur mit Schwierigkeit. Sie behalten daher die Elektricität, die durch Reiben ihrer Oberfläche erregt worden iſt, eine lange Zeit, und können nur ſchwer durch Mittheilung elektriſiret werden.

Die vornehmſten elektriſchen Körper ſind folgende:

Glas, und alle Verglaſungen, ſelbſt die metalliſchen.
Alle Edelſteine, am beſten die durchſichtigſten.
Alle Harze und reſinöſe Miſchungen.
Bernſtein.
Schwefel.
Im Ofen gedörrtes, oder ſonſt ſehr trocknes Holz. (*Ammerſin* brevis rel. de electricitate propria lignorum, Lucernae 1754. 12.)
Alle Erdharze.
Wachs.
Seide.
Baumwolle.
Alle trockne thieriſche Subſtanzen, als Federn, Wolle, Haare ꝛc.
Papier.
Zucker.
Luft.
Oele.
Metalliſche und halbmetalliſche Kalke.
Aſche von animaliſchen oder vegetabiliſchen Subſtanzen.

Roſt der Metalle.
Alle trockne und vegetabiliſche Subſtanzen.
Alle harte Steine, am beſten die härteſten.
Hartgefrornes Eis in einer Kälte von 13 Grad unter 0 nach Fahrenheit oder —20° nach Reaumur (*Achard* Mém. de Berl. 1776.).

Viele, und vielleicht alle angeführte Körper werden, wenn man ſie erhitzt, Leiter, z. B. glühendes Glas, geſchmolzenes Harz, heiße Luft, ſehr erhitztes gedörrtes Holz u. ſ. w. Ueberhaupt laufen die Grenzen der Nicht-leiter und Leiter ſo in einander, daß es viele Körper giebt, die durchs Reiben merklich elektriſirt werden, und dennoch ganz gute Leiter ſind. Dieſe heißen Halbleiter, wie z. B. trocknes nicht gedörrtes Holz, trockne Marmorplatten, u. ſ. w.

Oft iſt das härteſte und beſte Glas ein Leiter, und wird erſt, nachdem man es eine Zeit lang gebraucht hat, ein Nicht-leiter. Eine luftleere Glaskugel zeigt auf der äußern Seite keine Elektricität; alle elektriſche Erſcheinungen zeigen ſich nur innerhalb der Kugel; iſt aber die Luft in einem Glascylinder nur ein wenig verdünnt, ſo iſt nach Beccaria (Elettriciſmo artific. §. 411.) ſeine Elektricität, wenn er gerieben wird, am ſtärkſten.

Cavallo vollſtändige Abhandlung der Lehre von der Elektricität, Th. I. Cap. 2.

Elektriſche Materie, ſ. Elektricität, unter dem Abſchnitte: Hypotheſen über die Urſache der Elektricität.

Elektriſirmaſchine, elektriſche Maſchine, Machina electrica, *Machina électrique*. Eine Veranſtaltung, um die urſprüngliche Elektricität eines elektriſchen Körpers, durch Reiben, ſtark und anhaltend zu erregen, und andern Körpern mitzutheilen. Dabey heißt das, woran ſich der elektriſche Körper reibt, das Reibzeug, und der iſolirte Leiter, dem er ſeine Elektricität immerfort mittheilt, der erſte Leiter oder Hauptleiter, oft auch blos der Conductor der Maſchine.

Man kan den Urſprung der Elektriſirmaſchinen, wenn man weit zurückgehen will, von Otto von Guericke herleiten, der eine Schwefelkugel auf einem hölzernen Geſtell mit einer Kurbel umdrehte, und mit der andern Hand rieb (ſ. Exp. nova de vacuo ſpatio, Amſterd. 1672. fol. p. 240.).

Hawksbee (Phyſico-mechanical experim. Lond. 1709. 4.) verfuhr eben ſo mit einer Glaskugel, nur brachte er ſtatt der Kurbel ein Rad an, das er durch eine Schnur ohne Ende mit einem an der Axe der Kugel befindlichen Würtel verband, und mit einer Kurbel umdrehte.

Demohnerachtet bedienten ſich Gray und du Fay noch immer blos der Glasröhren, welche entweder mit der bloſſen Hand, oder durch ein in derſelben gehaltnes Reibzeug elektriſirt wurden, welche Methode wegen Ermüdung der Hand und der Unmöglichkeit, einen erſten Leiter anzubringen, nie ſtarke Grade von Elektricität gewähren kan.

Das Verdienſt, die Elektriſirmaſchinen in die Experimentalgeräthſchaft eingeführt zu haben, gehört den deutſchen Gelehrten, und unter dieſen vornehmlich unſerm unvergeßlichen Hauſen, Profeſſorn der Mathematik in Leipzig, zu (*Hauſen* novi profectus in hiſtoria electricitatis, Lipſ. 1743. 4.). Dieſer ſcheint auf das Umdrehen der Glaskugel mit Hülfe eines Rades nicht durch Hawksbee's Beyſpiel, ſondern durch den Gedanken eines ſeiner Zuhörer gekommen zu ſeyn*). Durch Boſens und Winklers merkwürdige Verſuche wurden dieſe Maſchinen allgemein bekannt und mit Beyfall aufgenommen. Der P. Gordon in Erfurt ließ zwar das Rad hinweg, und drehte einen

*) Der Name dieſes Zuhörers war Litzendorf. Er war damals Führer des Grafen Julius Gebhard von Hoym, mit dem er bey Hauſen die damals noch ſehr neuen elektriſchen Verſuche ſahe. Die beſtändige Unterbrechung des Reibens der Röhren mit der Hand brachte ihn auf den erwähnten Gedanken, den ſein großer Lehrer mit Vergnügen annahm und ausführte. Ich habe dieſe Nachricht von einem würdigen Freunde und Schüler des ſel. Hauſen, dem Herrn Landkammerrath und Freyherrn Kregel von Sternbach, der ſie noch aus Litzendorfs eigner Erzählung weiß.

Glascylinder am Würtel durch eine Schnur, die über einen Bogen geſpannt war, nach welcher Methode auch Winkler (Gedanken von den Eigenſchaften, Wirkungen und Urſachen der Elektricität, Leipzig 1744. 8. S. 12.) eine Maſchine verfertigen ließ, bey der der Würtel an der Axe des Cylinders, wie bey den Drechſelbänken, vermittelſt einer Schnur an einer Wippe durch Treten mit dem Fuße bewegt wird. Winkler kam aber bald zu der Hauſenſchen Einrichtung zurück, die er (Eigenſchaften der elektriſchen Materie, Leipzig 1745. 8.) ſo beſchreibt, wie er ſie ſelbſt zu größern Verſuchen gebraucht hat, daß nemlich mit einem einzigen Rade vier Kugeln zugleich gedrehet, und durch das Anhalten der Hände zwoer Perſonen gerieben werden.

Dieſe Winklerſchen Maſchinen ſind darum vorzüglich merkwürdig, weil bey denſelben zum erſtenmale Kiſſen als Reibzeuge angebracht worden ſind. Man hat alſo die nützliche Erfindung der Kiſſen dem Leipziger Drechsler Gieſſing zu danken, der nach Winklers eigner Verſicherung (a. a. O. S. 12.) ſeine erſte Maſchine angegeben hat. Das Kiſſen machte eine Perſon mehr, welche ſonſt die Hand anlegen mußte, entbehrlich. Allein noch war es unvollkommen. Es war unter dem Glascylinder angebracht, und ließ ſich zwar durch eine Stellſchraube höher oder niedriger ſtellen, gab aber doch den Ungleichheiten der Rundung des Cylinders zu wenig nach, und erwärmte das Glas zu ſehr, daher auch Winkler ſelbſt wieder davon abgieng. Zuletzt kam er doch aus Mangel an Perſonen, deren Hände zur Erregung der Elektricität geſchickt waren, wieder auf den Gebrauch der Kiſſen zurück, und verſahe dieſelben mit Federn, welche ſie gelind an die Kugeln andrückten. Sigaud de la Fond (Précis hiſtor. et experimental des phénom. electr. Paris 1781. 8.) verſichert, daß er im Jahre 1754 ebenfalls auf den Gedanken gekommen ſey, die Kiſſen ſeiner Maſchine mit Federn zu verſehen.

Der Abt Nollet (Eſſay ſur l'électricité des corps, Paris 1746. 8. S. 48. u. f.) gab ſeiner Maſchine die

Taf. VI. Fig. 112. vorgeſtellte Einrichtung, welche keine andre, als die von den deutſchen Gelehrten erfundene ſelbſt, iſt. Er erklärte ſich aber wider den Gebrauch der Kiſſen, und ließ daher ſtets eine Perſon die Hand an die Kugel legen. Seine eigne Hand war dazu ſehr geſchickt, und brachte ſtets eine ſtarke Elektricität hervor. Den erſten Leiter hieng er mit ſeidnen Schnüren an der Decke auf, und verband ihn mit der Kugel durch eine Kette. In Frankreich iſt dieſe, eigentlich aus Deutſchland gekommene, Maſchine bis zum Jahre 1770 beybehalten, und im Weſentlichen nichts daran geändert worden. Dennoch iſt nicht zu läugnen, daß ſie im Großen koſtbar iſt und viel Platz einnimmt, im Kleinen aber zu geringe Wirkung thut.

D. William Watſon (Exp. and obſerv. on electricity, Lond. 1745. 8.) legte ebenfalls die Einrichtung der deutſchen Gelehrten, mit denen er im Briefwechſel ſtand, zum Grunde, ließ aber durch ſein Rad vier über einander ſtehende Glaskugeln auf einmal drehen, die ſich an vier Kiſſen rieben. Prieſtley (Geſchichte der Elektr. Taf. V. Fig. 1.) hat dieſe Maſchine abgebildet. Zu ihrer Erfindung gab die Begierde, Boſens Beatiſication nachzumachen, Anlaß, von welcher man ſich in England allzugroße Vorſtellungen machte, und daher bemüht war, ſehr ſtarke Elektricitäten hervorzubringen, ſ. Beatiſication.

Wilſon gab bald nachher eine Maſchine an, welche weniger Raum erfordert. Ein Glascylinder wird durch ein danebenſtehendes Rad gedreht, und reibt ſich an einem unten angebrachten Kiſſen. Der erſte Leiter ruht auf ſeidnen Schnüren, die an vier hölzerne Säulen auf dem Geſtell der Maſchine ſelbſt gebunden ſind. An dieſer Maſchine (Prieſtley Geſch. der Elektr. Taf. V. Fig. 1.) finde ich zum erſtenmal den Leiter mit dem Cylinder durch einen Zuleiter oder Collector, d. i. durch einen Kamm mit metallnen Spitzen verbunden. Es ſind aber Cylinder und Reibzeug nicht genug von andern Körpern entfernt, auch liegt der Leiter nicht feſt.

Um Kugeln von großem Durchmeſſer in ziemlich kleinen Geſtellen ſehr ſchnell bewegen zu können, verſahen ſie die engliſchen Künſtler mit Zahn und Getriebe, welches ſie in ein meſſingenes Gehäuſe einſchloſſen. Ein mit der Kurbel umgedrehtes Stirnrad greift in ein Getriebe, das an der Axe der Kugel feſt iſt. Muſſchenbroek lobt dieſe Maſchinen ſehr; ſie verurſachen aber, wenn ſie nicht ſehr fein und genau ausgearbeitet ſind, ein unangenehmes Geraſſel. Man kan dabey die Axe der Kugel vertikal ſtellen, oder horizontal legen. Brignoli (ſ. Hamb. Magazin, B. III. S. 565.) kam gar auf den Gedanken, die Axe des Cylinders oder der Kugel mit der Weltaxe parallel zu legen; allein die Lage der Axe thut gar nichts zur Sache.

Eine ſolche mit Zahn und Getriebe verſehene Maſchine mit vertikaler Axe von Nairne beſchreibt Prieſtley (Geſch. der Elektr. Taf. VI. Fig. 1.). Der Leiter ruht auf ſeidnen Schnüren, die an vier aus dem Geſtell hervorgehende Arme befeſtigt ſind. Das Kiſſen wird an die Kugel durch eine federnde Stange angedrückt, an der es feſt iſt, und die auf dem Gehäuſe des Räderwerks aufſteht. Dieſe Maſchine iſt tragbar, und läßt ſich auf einen Tiſch aufſchrauben.

Eine andere ebenfalls von den engliſchen Künſtlern erfundene Maſchine zeigt Taf. VI. Fig. 113. In dem Gehäuſe A iſt eine Schraube ohne Ende, die von einem Stirnrade umgetrieben wird, das man mit der Kurbel CD dreht. Die ganze Maſchine wird mit den Schrauben LM an den Tiſch geſchraubt. Am Fußbrete iſt eine ſtählerne Feder H, welche das Kiſſen G feſthält und an den Cylinder andrückt. Aus dem Fußbrete gehen zwo kupferne Stäbe RS hervor; auf dieſen ſtehen zwo andere SY, an welchen wieder ein Paar andere YZ angebracht ſind. An jedem Ende der letztern ſind ſeidne Schnuren angeknüpft, in welchen der hohle kupferne Conductor OP hängt. In dem vordern Ende deſſelben O iſt ein doppelter Drath von vergoldetem Kupfer, der vorn breit geſchlagen iſt; dieſer Drath iſt elaſtiſch, drückt ſich an den Cylinder an, und leitet deſſen Elektricität dem Conductor zu. Bey P iſt ein

Loch, worein man einen Drath ſtecken, oder eine Kette anhängen kan.

Read's, eines engliſchen Künſtlers, Maſchine, welche Prieſtley (Geſch. der El. Taf. VI. Fig. 2.) abbildet, hat einen ſenkrechtſtehenden Cylinder, deſſen Axe unten im Fußbrete, oben in einem vom Fußbrete heraufgehenden meſſingnen Bogen ruht. Unten hat die Axe einen Würtel, und wird durch eine hölzerne dem Tiſche parallel liegende Scheibe, vermittelſt einer Schnur ohne Ende, gedreht. Der Leiter ſteht auf einem Glasbecher, der ihn iſolirt, und iſt an dem Ende gegen den Cylinder ausgezackt. Das Kiſſen wird durch eine am meſſingenen Bogen angebrachte Feder gehalten und angedrückt. Prieſtley rühmt dieſe Maſchine als bequem für Aerzte, beſonders weil der Leiter ſo feſt ſtehe. Man kan auch den Glasbecher, der ihn trägt, belegen, und ſogleich als leidner Flaſche brauchen. Das Umdrehen der horizontalen Scheibe aber erfordert eine unbequeme Bewegung des Arms.

Prieſtley ſelbſt (Geſch. d. Elektr. Taf. VII. u. VIII.) giebt zwo Maſchinen von ſeiner eigenen Erfindung an. Er nennt die eine wegen ihres allgemeinen Gebrauchs eine Univerſalelektriſirmaſchine. Das Geſtell beſteht aus zwey Bretern, welche durch zwey kleine Queerhölzer in einer parallelen Lage gegen einander gehalten werden. Dieſe Breter werden horizontal auf einen Tiſch gelegt, und das unterſte mit eiſernen Klammern daran befeſtiget. Es ſtehen darauf zwo Säulen von gedörrtem Holze und das Kiſſen. Die eine Säule läßt ſich zugleich mit der Feder, welche das Kiſſen trägt, in einem Falze verſchieben, welcher der Länge nach durch das Bret geht, und kan durch Schrauben in die gehörige Entfernung von der andern geſtellt werden. Die andere ſteht feſt, und geht in das untere Bret hinein. Dieſe Säulen haben Löcher, in welche man die Spindeln mehrerer Kugeln oder Cylinder einlegen kan. Es iſt aber nicht zu ſehen, wie man bey dieſem Gebrauche mehrerer Kugeln, wenn ſie über einander ſtünden, an jede ein beſonderes Kiſſen würde anbringen können.

Das Kiſſen iſt eine hohle kupferne Schüſſel, mit Pferdehaar ausgeſtopft, und mit Corduan überzogen. Es ruhet auf einem Fuße, der die cylindriſche Axe einer runden Scheibe von gedörrtem Holze aufnimmt, wovon das andere Ende in dem Schnabel einer gebognen Stahlfeder ſteht. Die Feder iſt mit einer Schraube verſehen, durch welche man ſie nach Gefallen anziehen oder nachlaſſen kan.

Das Rad iſt an dem Tiſche feſt. Es hat mehrere Einſchnitte, um Schnüre einzulegen, wenn man mehr Kugeln oder Cylinder auf einmal gebrauchen will, und da es gar nicht mit dem Geſtell zuſammenhängt, ſo kan man es allemal in die Entfernung bringen, die die Länge der Schnur erfordert.

Der erſte Leiter iſt ein hohles birnförmiges Gefäß von Kupfer, das den Stiel auswärts kehrt, mit dem untern Theile aber auf einem Stativ von gedörrtem Holze ſteht. Von dem Stiele aus geht an die Kugel ein gebogner Meſſingdrath, am Ende mit einem Ringe, worein man einige kleine ſpitzige Dräthe ſteckt, welche ganz leicht an die Kugel anſpielen und die Elektricität aus ihr einſammeln.

Prieſtley's zweyte Maſchine iſt nach ebendenſelben Grundſätzen eingerichtet, dient aber nur für eine Kugel, die nebſt Rade und Kiſſen auf ein dreyfüßiges Stativ gebracht iſt. Der Leiter iſt eben ſo, wie der vorige, und wird auf einem Tiſch befeſtiget, neben welchem man das Stativ aufſtellet.

Ob ich gleich der Zeitordnung nach hier einiger andern Erfindungen gedenken ſollte, ſo wird es doch bequemer ſeyn, die Einrichtungen der Maſchinen, in welchen Glaskugeln oder Cylinder gedreht werden, vollends zuſammenzuſtellen, und eine der vollſtändigſten recht umſtändlich zu beſchreiben.

Cavallo (Vollſt. Abhandl. der Lehre von der Elektr. Th. III. Cap. 2.) beſchreibt die Taf. VII. Fig. 114. vorgeſtellte ſehr einfache Maſchine, an welcher faſt alle neuere Verbeſſerungen angebracht ſind. Ihr Geſtell beſteht aus dem Brete ABC, welches mit zwo eiſernen Klammern an den Tiſch geſchraubt werden kan. Auf dieſem Brete ſtehen

zwo ſtarke hölzerne Säulen AH und LK, die den Cylinder und das Rad tragen. Aus der meſſingenen Haube, worein der eine Hals des Cylinders FF gefaßt iſt, geht eine ſtählerne Spindel durch die Säule KL hindurch, und trägt jenſeits dieſer Säule einen Würtel. Auf der Peripherie dieſes Würtels ſind 3 bis 4 Einſchnitte, um der veränderlichen Länge der Schnur nachgeben zu können, welche um den Würtel und den Einſchnitt des Rades D gezogen wird. In der andern Haube des Cylinders iſt ein kleines Loch, in welches das coniſche Ende einer ſtarken Schraube geht, die durch die Säule H durchgeſchraubt iſt. Das Rad D wird vermittelſt des Handgrifs E um eine ſtarke Axe gedreht, welche in der Säule LK befeſtiget iſt.

Das Reibzeug dieſer Maſchine beſteht aus einem dünnen mit Haar ausgeſtopften ſeidnen Kiſſen, welches an jedem Ende um 2 Zoll kürzer, als der Cylinder, iſt, und auf einmal etwa den vierten Theil von dem Umfange deſſelben berührt. Es iſt mit ſeidnen Schnüren an ein Holz gebunden, das eine zu der Oberfläche des Cylinders paſſende Geſtalt hat. An dem obern Ende des Kiſſens befindet ſich nach dem Vorſchlage des D. **Nooth** (Philoſ. Trans. Vol. LXIII. no. 35.) ein Stück Wachstaffet, das faſt den ganzen obern Theil des Cylinders bedeckt; an das untere Ende des Holzes, woran das Kiſſen gebunden iſt, wird ein Stück Leder befeſtiget, welches über das Kiſſen gebogen wird, daß es zwiſchen daſſelbe und den Cylinder kömmt. In dieſes Leder, das von dem untern Ende des Kiſſens bis faſt an das obere reicht, wird das elektriſche Amalgama (ſ. **Amalgama, elektriſches**) eingerieben (doch hat man ſeitdem für beſſer gefunden, das Amalgama mit ein wenig Schweinenſchmalz auf ein Leder zu tragen, und die Kugel oder den Cylinder gut damit durchzureiben, auf das Kiſſen aber gar nichts zu ſtreichen). Das Kiſſen wird von zwo Federn gehalten, die hinten an daſſelbe angeſchraubt ſind. Dieſe Federn kommen aus der hölzernen Haube einer ſtarken gläſernen Säule hervor, die auf dem untern Brete ſteht. Dieſe Säule muß, um recht vollkommen zu iſoliren, mit Firniß, oder noch beſſer mit Siegellak überzogen

werden, weil ſich ſonſt zu viel Feuchtigkeit daran legt. Sie hat einen hölzernen Fuß, der ſich in einem Falze im Fußbrete verſchieben, und durch eine Schraube feſtſtellen läßt, damit man das Kiſſen nach Gefallen ſtärker oder weniger an den Cylinder andrücken könne. So iſt das Kiſſen iſolirt; will man aber die Iſolirung aufheben, ſo hängt man an das Leder deſſelben eine Kette mit einem Häkchen an, und läßt dieſelbe auf den Boden herabfallen.

Der erſte Leiter iſt von Meſſingblech, und ruht auf zwoen mit Siegellak überzognen Glasſäulen, die mit meſſingnen Füßen in ein Fußbret befeſtigt ſind. Er ſaugt die Elektricität durch die Spitzen des Kammes oder Collectors L ein, welche etwa einen halben Zoll von der Oberfläche des Cylinders abgerückt werden.

Wenn der Handgrif des Rades E gedrehet wird (dies muß aber, wenn ein Leder am Kiſſen iſt, welches dadurch angeklemmet werden ſoll, jederzeit nach der Richtung a, b, c, geſchehen), ſo erhält der erſte Leiter + E. Verlangt man aber — E, ſo wird die Kette vom Kiſſen abgenommen, und an den erſten Leiter gehangen, welcher nun aus der Erde — E zuführen, und + E ableiten ſoll. So iſt das Kiſſen iſolirt, und erhält beym Umdrehen — E. Verbindet man nun mit demſelben einen andern iſolirten Leiter, der dem erſten völlig ähnlich iſt, ſo wird auch dieſer — E erhalten.

Unter allen engliſchen Künſtlern hat ſich keiner ſo verdient um die Verbeſſerung der Maſchinen mit Glascylindern gemacht, als **Nairne**, von welchem auch eigentlich die von Cavallo beſchriebene Einrichtung herrührt. Diejenige Maſchine, welche er (Phil. Trans. 1773.) für den Großherzog von Toſcana verfertiget hat, iſt der von Cavallo beſchriebenen im Weſentlichen ganz gleich; nur beſteht ihr Leiter nicht aus Meſſingblech, ſondern aus einem mit Zinnfolie überlegten hölzernen Cylinder, der auch gegen den Glascylinder zu nicht einen Kamm mit mehreren Spitzen, ſondern nur eine einzige Spitze hat.

Adams (Verſuch über die Elektr. S. 14 u. f.) beſchreibt zwo Maſchinen, die beyde mit einander überein-

kommen, nur daß die eine mit einer bloßen Kurbel, die andere vermittelſt eines Rades bewegt wird. Sie ſind ſonſt beyde völlig, wie Cavallo's Maſchine. Nur am Kiſſen fehlt das Leder, worauf ſonſt das Amalgama geſtrichen ward; dafür geht ein Stück Wachstaffet oder Seidenzeug vom untern Rande des Kiſſens aus, und über den Cylinder ſo weit hinweg, daß es faſt an den Collector oder an die einſaugenden Spitzen des erſten Leiters anſtößt. Der erſte Leiter ſteht nur auf einem Glasfuße (zween Füße aber halten ihn feſter), der Leiter zum —E iſt an einem hölzernen Arme auf der Glasſäule, die das Kiſſen trägt, feſt, und die ganze Maſchine hat ihr Fußbret auf dem Boden des Zimmers, ſtatt daß jene auf den Tiſch geſchraubt wird. Die Erfindung, zum —E einen beſondern am Kiſſen befeſtigten Leiter zu gebrauchen, iſt von Nairne. Dieſer Künſtler hat neuerlich ſehr große Glascylinder gebraucht, und damit beträchtliche Wirkungen hervorgebracht. Der größte ſeiner Cylinder hatte achtzehn Zoll im Durchmeſſer.

Zu den Glaskugeln oder Cylindern ſolcher Maſchinen wählen die Engländer gewöhnlich das beſte Flintglas. Die Kugeln werden von 9—12 Zoll im Durchmeſſer genommen; man giebt ihnen einen Hals, der mit einem Kütt von 2 Theilen Pech, 2 Theilen Wachs, und 1 Theil gepülvertem rothen Ocker in eine meſſingene Haube oder Büchſe geküttet wird. Die Cylinder bekommen zween Hälſe, werden mit vielem Vortheil ohne eine Axe gebraucht, und ihre Größe geht von 4 Zoll Durchmeſſer und 8 Zoll Länge bis 12 Zoll Durchmeſſer und 2 Schuh Länge. Man gießt die innere Seite der Kugeln und Cylinder mit Pech oder Terpentin aus; ein ſolcher Ueberzug verbeſſert wenigſtens ſchlechte Gläſer, wenn er gleich gute nicht beträchtlich verſtärkt. Die beſte Compoſition dazu beſteht aus 4 Theilen venetianiſchem Terpentin, 1 Theile Wachs und 1 Theile Pech, welches 2 Stunden lang über einem gelinden Feuer gekocht und umgerührt wird. Man läßt dann die Maſſe erhärten, wirft ein abgebrochnes Stück davon in das Glas, und dreht es langſam und vorſichtig

am Feuer um, daß der Kütt zergeht, und ſich ringsum in der Dicke eines Sechspfennigers anlegt.

Zum **Mechanismus** der Umdrehung iſt wohl ein Rad mit einer Schnure ohne Ende am bequemſten. Weil die Feuchtigkeit die Schnur verkürzt, und die Trockne ſie ſchlapp macht, ſo muß man entweder das Rad in verſchiedene Entfernungen vom Würtel des Glaſes bringen können, oder man muß dem Würtel mehrere Einſchnitte von verſchiednen Durchmeſſern geben. Eine bloße Kurbel giebt ſchwerlich die nöthige Geſchwindigkeit, wobey man 6 Umläufe in einer Secunde fordert. Zahn und Getriebe, oder die Schraube ohne Ende anzubringen, iſt ſchon koſtbarer und erfordert Genauigkeit in der Ausarbeitung.

Das **Reibzeug** war im Anfang die angelegte Hand eines Menſchen, bis **Winkler** ſeine Maſchine mit Kiſſen verſah. Dieſe machte man anfänglich von Leder, und ſtopfte ſie mit Haaren. D. **Nooth** (Phil. Trans. Vol. LXIII. no. 35.) hat dafür ſeidne Kiſſen, und die Bedeckung der Cylinder mit Wachstaffet eingeführt, um die Zerſtreuung der Elektricität zu verhüten. Nemlich an dem Orte, wo der herumgedrehte Cylinder das Kiſſen verläßt, ſtrömt die Elektricität in deſto größerer Menge aus, je vollkommner die Berührung iſt, und je ſchneller ſie aufgehoben wird. Alle leitende Körper müſſen daher von der Nachbarſchaft dieſes Orts ſorgfältig entfernt werden. Dazu dient der Wachstaffet, der als ein Nicht-leiter die ausſtrömende Elektricität zuſammenhält. Das Amalgama, das ſich an den Cylinder anlegt, faßt nun die Elektricität auf, und leitet ſie den einſaugenden Spitzen am erſten Leiter zu. Sonſt iſt das Kiſſen ſo einzurichten, daß die Seite am Glaſe leitend iſt, welches durch das Amalgama bewirkt wird, der übrige Theil aber ſo viel möglich, nichtleitend wird, damit er nichts von der erregten Elektricität fortführe. Auch müſſen alle Ecken und ſcharfe Kanten daran vermieden werden, es muß durch Federn an das Glas angedrückt, und **iſolirt** ſeyn, weil man ſonſt die Maſchine nicht zur Erregung von —E gebrauchen kan.

Der **erſte Leiter** iſt ein iſolirter leitender Körper, der an einem Ende die Elektricität des Glaſes mit einer Spitze, oder mit einem **Zuleiter** (Collector) von mehrern Spitzen einſaugt. Sonſt brauchte man ſtatt des Zuleiters eine Quaſte von Goldfäden; aber wenigere Spitzen thun weit beſſere Wirkung. Ehedem hieng man den erſten Leiter in ſeidnen Schnüren auf; er ſteht aber auf Glasfüßen weit feſter und ſicherer. Soll er eine mäßige Größe haben, ſo macht man ihn von Meſſingblech; ſehr große Leiter aber lieber von Holz oder Pappe mit Zinnfolie überzogen. Er muß vollkommen frey von Spitzen und Schärfen ſeyn; auch die in ihn gebohrten Löcher müſſen wohl gerundet und abgeglättet werden. Der von der Maſchine abgekehrte Theil, an welchem ſich die elektriſchen Erſcheinungen am ſtärkſten zeigen, wird etwas größer gemacht. Je länger der erſte Leiter iſt, und je mehr er Fläche hat, deſto ſtärker ſind die aus ihm gezognen Funken.

Man tadelt an den bisher beſchriebnen Maſchinen theils ihre unbequeme Größe, theils die Gefahr, in welche ſie beym Zerſpringen der Glaskugeln und Cylinder verſetzen. **Nollet** ſucht die Urſache dieſes Zerſpringens in einem von der Elektricität herrührenden Zittern der Glastheile, **Cavallo** darinn, daß ſie auf der Glashütte zu plötzlich abgekühlt worden ſind. Bisweilen kan auch wohl die Erwärmung der darinn eingeſchloßnen Luft das Zerſpringen verurſachen; daher es rathſam iſt, in der Haube eine kleine Oefnung zu machen. Die Stücken werden bey dieſem Zerſpringen mit Gewalt und auf beträchtliche Weiten herumgeworfen.

Glasſcheibenmaſchinen.

Um das Jahr 1766 wurden die Maſchinen mit runden Glasſcheiben bekannt, welche **Ramsden** in London mit vielem Beyfalle verfertigte. Dieſer engliſche Künſtler gab ſich für den Erfinder derſelben aus, wofür ihn auch **Priſtley** in der erſten Ausgabe ſeiner Geſchichte der Elektricität erklärt, in der zweyten aber den D. **Jngenhouß** als Erfinder genannt hat.

Sigaud de la Fond (Précis des phénom. électr. P. I. Sect. 1. Cap. 2.) erzählt, daß er ſchon 1756 eine Scheibe von Kryſtallglas, an einer Axe gedreht, mit Vortheil als Elektriſirmaſchine gebraucht, als ſie ihm aber durch den allzuſtarken und ungleichen Druck des Kiſſens zerſprungen ſey, dieſen Gedanken wieder aufgegeben habe. Nach einer Nachricht in der Allgem. deutſchen Bibliothek (Anhang zum 13—24 Bande, 1ſte Abth. S. 549.) iſt der eigentliche Erfinder dieſer Maſchinen Planta, Stifter und ehemaliger Director des Haldenſteiniſchen Seminariums, der ſich derſelben um das Jahr 1760 bedient hat.

D. Jngenhouß (Vermiſchte Schriften, herausgegeben von Molitor, 2te Aufl. Wien 1784. gr. 8. I. B. S. 172. u. f.) ſagt, daß er ſeit dem Jahre 1764 angefangen habe, ſich der Glasſcheiben zu bedienen, weil er von der Reibung derſelben auf beyden Seiten ſich viel verſprochen. Er habe eine noch ſehr unvollkommne Probe davon dem D. Franklin und andern Freunden in London gezeigt, worauf ſie bald von Ramsden und andern Künſtlern nachgemacht worden.

Dieſe Maſchine beſteht aus einer kreisrunden Glasſcheibe, welche in verticaler Stellung mit einer Kurbel gedreht wird, die an einer eiſernen, mitten durch die Glasſcheibe hindurchgehenden Axe befeſtiget iſt. Die Scheibe wird an vier ovalen Kiſſen gerieben, die ohngefähr 2 Zoll breit ſind, und deren zwey an jeder Seite der Scheibe, an den beyden Enden ihres verticalen Durchmeſſers ſtehen.

Das Geſtell beſteht aus einem Brete, das man mit einer eiſernen Klammer an den Tiſch befeſtigen kan. Auf dieſem Brete ſtehen zwo Säulen, die mit einander parallel laufen und oben verbunden ſind. Dieſe tragen in ihrer Mitte die Axe der Glastafel, und an ſie ſind auch die Kiſſen befeſtiget. Der Leiter iſt eine hohle Röhre von Meſſing, an deren Ende ſich zwo Arme ausbreiten, welche bis nahe an das Glas reichen, und durch Spitzen am Ende die Elektricität einſammeln. Umſtändlicher beſchreiben dieſe Maſchine Schmidt (Beſchreibung einer Elektriſir-

maſchine und deren Gebrauch, Jena 1773. 4.) und d'Inarre (Von der Elektricität. Erſter Theil, Frankf. 1784. 8. S. 23 u. f. Taf. IV.).

Die Wirkungen derſelben überſteigen alle Erwartung. Nur war im Anfang die gewöhnliche Klage, daß die metallne Axe ſehr viel von der erregten Elektricität annehme und ableite. **Fontana** hatte für das Cabinet des Großherzogs von Toſcana eine mit einer doppelten Scheibe von 18 Zoll Durchmeſſer verfertiget, wo jede Scheibe auf beyden Seiten an zween Orten gerieben ward. Dieſe elektriſirte ſo ſtark, daß der Leiter Funken gegen die Axe ſchlug, welche durch die Kurbel und den Körper der drehenden Perſon in den Boden giengen.

Cuthbertſon in Amſterdam half dem erwähnten Fehler dadurch ab, daß er die kupferne Axe zwiſchen beyden Glasſcheiben mit einem gläſernen Ringe umgab, den er mit Siegellak an die Scheiben anküttete. Die beyden Arme des Leiters führte er zwiſchen die beyden Scheiben hinein bis nahe an den Glasring, ſo daß ſie alle dazwiſchen erregte Elektricität aufnehmen mußten. **Cuypers** in Delft ſetzte die Glasſcheiben vorher einige Monate lang einer beträchtlichen Hitze aus, welche das noch unverglaſete Laugenſalz heraustrieb und ſie dadurch weniger empfänglich für die Feuchtigkeit machte. Dadurch erhielt man außerordentlich ſtarke Elektricität bey geringer Größe der Maſchine.

Ferner war es bey der erſten Einrichtung nicht leicht möglich, die Kiſſen zu iſoliren, um negative Elektricität zu erhalten. **Le Roy** in einer ſchon 1772 vorgeleſenen Abhandlung (*Rozier* Obſerv. ſur la phyſ. To. V. Janv. 1775. S. 53.) ſchlug daher vor, die Kiſſen an eine Glasſäule zu ſetzen, und zween Leiter anzubringen, wovon einer mit den Kiſſen verbunden, der andere gegen die Scheibe gerichtet iſt. Je nachdem man hier einen oder den andern Leiter mit der Erde verbindet, erhält man + E oder — E. Bleiben beyde iſolirt, ſo hat der eine + E, der andere — E, alſo hat man beyde E zugleich, freylich in ſchwächerm Grade, weil itzt alles iſolirt iſt. Uebrigens hat Herr **Lich**-

tenberg in Gotha ſich ſchon im Jahr 1773 eine ſehr vollkommene Scheibenmaſchine zur poſitiven und negativen Elektricität nach ſeiner eignen Erfindung verfertigen laſſen.

De la Fond behielt im Weſentlichen die erſte Ramsdenſche Einrichtung bey, machte nur die Axe ſehr dünn, um ſie weiter von den Kiſſen zu entfernen, und bedeckte den Theil von ihr, der zwiſchen den beyden Säulen lag, mit überfirnißten Belegungen von Holz. Er führt als die ſtärkſte Scheibenmaſchine in Frankreich die des **Duc de Chaulnes** an, deren Scheibe 5 Fuß im Durchmeſſer hat, und bey günſtiger Witterung Funken von 22 Zoll Länge giebt. Die ſeinige, ſagte er, habe zwar nur 2 Fuß im Durchmeſſer, gebe aber doch Funken von 9 Zoll.

Der **Graf von Brilhac** (Obſerv. ſur la phyſ. par l'Abbé Rozier, May. 1780.) gab eine Maſchine mit zwoen Glasſcheiben an, welche vermittelſt eines großen Rads eben ſo, wie ſonſt die Glascylinder, umgetrieben werden. Dadurch geht aber nicht nur der Vortheil der Kleinheit verlohren, ſondern es muß auch wegen des Reibens, welches bey den Scheiben weit ſtärker, als bey den Cylindern, iſt, die Umdrehung entweder mit mehr Kraft, oder mit weniger Geſchwindigkeit geſchehen.

Der Abt **Bertholon** hat in eben dem Jahre eine **umgekehrte** Scheibenmaſchine beſchrieben. Anſtatt, daß ſich ſonſt die runde Scheibe zwiſchen vier Reibern bewegt, dreht ſich hier ein runder Reiber zwiſchen vier Glastafeln. Der Vorzug ſoll in der mindern Zerbrechlichkeit beſtehen, bey der die Maſchine ſicherer verſendet werden könne. Hr. **Lichtenberg** aber (Magazin für das Neuſte ꝛc. B. I. St. 1. S. 193.) bemerkt, daß ſie wegen der vielen Glastafeln ſchwer gegen den nachtheiligen Einfluß der Witterung zu ſichern ſeyn werde.

Herr **Rohlreif** in St. Petersburg meldet Hrn. Lichtenberg (Magazin, B. I. St. 3. S. 101. f.), er bediene ſich einer Scheibenmaſchine von Glas zur poſitiven, und einer von Holz zur negativen Elektricität, deren größter Vorzug in einer ſchicklichern Einrichtung des Reibzeugs beſtehe. Sein Kiſſen ſey von Leinewand, dünn mit Un-

ſchlitt überſtrichen und mit Amalgama überrieben. Es liege ganz flach an dem Glaſe an, und habe keinen convexen, ſondern einen platt aufſitzenden Rand, der bis zur Berührung des Glaſes mit einem glatten Streifen Seidenzeug beklebt ſey; an der Seite des Kiſſens, wo das Glas beym Umdrehen hervortritt, ſey noch außerdem ein breiter Streifen, der wieder zurückgebogen werde, damit keine Zaſern davon an das Glas kommen. Wenn die Glasſcheiben nur völlig ſenkrecht zwiſchen den Kiſſen liefen, ſo bedürfe es keiner Druckfedern. Die Welle mache er von Holz. Er verſichert, daß dieſe Einrichtung die beſte Wirkung thue.

Franz Magiotto in Venedig (Lichtenberg Magazin, B. II. St. 1. S. 137.) ſetzt an den Rand eines buxbaumenen Rades von 7 Fuß Durchmeſſer 8 Glasplatten von $\frac{1}{2}$ Fuß Breite, welche einen Glasring um daſſelbe bilden. Sie ſind an den Fugen an einander geſchliffen und mit Schrauben an das Rad geklemmt; über das äußere Ende der Fugen iſt ein Köpfchen geſchoben. Das Reibzeug beſteht aus Kiſſen mit Haaren gefüllt und mit Knittergold überzogen. Der Conductor iſt an Haarſeilen iſolirt, und hat zween Arme, deren einer an der einen, der andere an der andern Seite des Glasrings anliegt. Hiebey aber iſt der Aufwand nicht gering und die Zerbrechlichkeit groß.

Die ungemein ſtarke Wirkung der Scheibenmaſchinen beſtätigt D. Jngenhouß (Vermiſchte Schr. 1784. gr. 8. S. 174.) durch das Beyſpiel derjenigen, welche dem k. k. Appellationsrathe von Kienmayer zugehört. Sie beſteht aus einem Spiegelglaſe von 2 wiener Schuh Durchmeſſer aus der Fahrafelder Spiegelfabrik, und ſteht auf vier Glasſäulen ſo, daß auch die Kiſſen iſolirt ſind, und —E erhalten werden kan. Die Kiſſen ſind von Holz, mit Leder und Flanell überzogen, und werden durch Federn angedrückt. Von ihnen gehen zween Streifen von Wachstaffet faſt bis an den Leiter, der mit den Armen 3 Schuh lang iſt und 4 Zoll im Durchmeſſer hat. Auf den erſten Umlauf der Scheibe, die mit einer einfachen Kurbel ge-

dreht wird, ſchlagen Feuerſtröme von einem Kiſſen auf das andere, die im Dunkeln, wenn der Leiter entfernt wird, das ganze Zimmer erleuchten. Aus dem Leiter zieht man 7—9 Zoll lange Funken, die, wie der Blitz, ſchlängelnd durch die Luft brechen.

Die gröſste Maſchine dieſer Art iſt die von Cuthbertſon verfertigte im Teyleriſchen Muſeum zu Haarlem (Beſchryving eener ongemeen groote Elektrizeermachine, geplaatſt in Teyler's Muſeum to Haarlem, door *Martin. van Marum*, Haarlem, 1785. gr. 4.), deren Abſicht iſt, die elektriſchen Verſuche ganz ins Groſse zu treiben. Sie hat zwo Glasſcheiben, jede von 65 engl. Zoll Durchmeſſer, die aus Frankreich gekommen ſind. Sie ſtehen $7\frac{1}{2}$ Zoll weit von einander, und werden an 8 Kiſſen, jedes $15\frac{1}{2}$ Zoll lang, gerieben. Die Axe und um ſie ein Kreis von 33 Zoll Durchmeſſer iſt mit einer harzigen Miſchung bedeckt. Zwey Perſonen, bey langer Dauer vier, drehen ſie um. Die Axe liegt auf Glasſäulen, auch ſteht das ganze Geſtell auf Glasfüſsen. In gerader Linie mit der Axe, 68 Zoll weit von den Scheiben, ſteht eine gläſerne 57 Zoll hohe Säule, die einen kupfernen 22 Zoll langen Cylinder, mit kupfernen Kugeln von 9 Zoll Durchm. am Ende, trägt. Am Ende von der Maſchine abwärts hat dieſer Cylinder eine Röhre mit einer Kugel von 4 Zoll Durchm., am andern Ende zween rechtwinklicht angeſetzte Arme 9 Zoll lang, am Ende mit Kugeln von 6 Zoll. Auf jeder Seite der Maſchine ſteht auch noch eine 57 Zoll hohe Glasſäule mit einem ſolchen Cylinder. Aus jedem geht ein rechtwinklichter Arm 14 Zoll lang hervor. Beyde Arme kommen zwiſchen die Scheiben, und haben an jeder Seite vier Spitzen zum Einſaugen. Dieſe drey Hauptſtücken des Leiters ſind noch durch 2 kupferne Cylinder verbunden. Dieſer ganze Leiter hat $23\frac{1}{2}$ Quadratfuſs Oberfläche.

Die Funken gehen aus den 4zolligen Kugeln gegen einen andern auffangenden Leiter, der 22 Zoll lang iſt, 8 Zoll im Durchmeſſer hat, und ſich in 12 zollige Kugeln endet. Dieſer ſteht auf einer Glasſäule, kan aber zur Ableitung der Elektricität durch einen Kupferdrath mit den

Regenröhren des Gebäudes verbunden werden. Eben damit ſind auch die Kiſſen verbunden, und man kan, da alles iſolirt ſteht, nach Gefallen + E und — E erhalten.

Bey trockner Witterung ſchlägt der Leiter gegen den auffangenden 24 Zoll lange Funken von der Dicke eines Federkiels 300 mal in einer Minute, die ſich ſchlängeln und aus den Krümmungen 6—8 Zoll lange Stralen ſchieſſen laſſen. Ueber die Fläche eines ſchlechten Leiters geführt, wird der Funken 6 Fuß lang. Gegen äußerſt ſcharfe ſtählerne Spitzen entſtehen noch Funken von $\frac{1}{2}$ Zoll. Die Lichtbüſchel am Ende des erſten Leiters verbreiten ſich ringsum auf 16 Zoll. Ein iſolirter 207 Fuß langer Drath am Leiter ward in ſeiner ganzen Länge bey jedem Funken erleuchtet, und ſchoß überall Lichtbüſchel von 1 Zoll aus. Schießpulver, Zunder, Schwamm, Terpentin- und Olivenöl wurden entzündet, und Streifen Goldblättchen, 1$\frac{1}{2}$ Lin. breit und 20 Zoll lang, geſchmolzen. Ein 6 Fuß langer leinener Faden, 38 Fuß weit vom Conductor, ward unten 6 Zoll weit von der ſenkrechten Lage abgezogen. Die Luft ward ſo ſtark elektriſirt, daß die Kugeln an Cavallo's Elektrometer, 40 Fuß weit von der Maſchine, ſchon um $\frac{1}{2}$ Zoll aus einander giengen. Solche Wirkungen hat noch keine der bisherigen Maſchinen hervorgebracht, und es ſind mit dieſer ſchon wichtige Verſuche über den Einfluß der Elektricität auf den Blutumlauf, über die Wirkung der Funken auf die magnetiſchen Erſcheinungen, auf die Glasarten, Schmelzung der Metalle, Reduction der Kalche u. ſ. w. angeſtellt worden.

Scheibenmaſchinen von andern Materien.

Da das gedörrte oder im Ofen gebackne Holz ein guter Nicht-leiter iſt, ſo hat man es nicht nur ſchon längſt zum Iſoliren gebraucht, ſondern es hat auch Herr Profeſſor Pickel in Würzburg (Exper. phyſico-med. de electricitate. Wirceb. 1778. 8.) Breter von gedörrtem Holze zum elektriſchen Körper einer Maſchine vorgeſchlagen, und ſelbſt glücklichen Gebrauch davon gemacht. Hr. Kohlreif

in Petersburg (man ſ. Lichtenbergs Magaz. B. I. St. 3. S. 10 .) bringt an ſeine Scheibenmaſchine hölzerne Scheiben an, wenn er — E dadurch erhalten will. Sie werden aus ſolchem Holze, das wenig Harz hat, verfertiget, und mit vielen kleinen Löchern in der Abſicht durchbohret, damit die von den hintern Reibern erweckte Elektricität gleichfalls zu den Spitzen des Conductors komme; welches ſonſt nicht geſchieht, weil das Holz die Elektricität nicht ſo leicht über ſeine Oberfläche gehen läßt, als das Glas. Die Scheibe wird dann geglättet und bey öfterer Umkehrung über einem Kohlfeuer ſtark geröſtet, aber nicht gebrannt. Die ſchicklichſten Reiber hiezu ſind kurzhaariges Rauchwerk, z. B. gut gegerbte Maulwurfs - oder Katzenfelle. Die ſeidne Einfaſſung, die Hr. Kohlreif den Kiſſen zum + E giebt, und den Streif von Seidenzeuge, findet er hier überflüßig. Das Krümmen der Scheiben beym Röſten vermeidet man ſelten: man muß ſie aber gleich nach dem Röſten zwiſchen weiches Papier legen, und mit einem Gewichte beſchweren. Sie ſind auch biegſam, und bequemen ſich beym Umdrehen nach dem Kiſſen.

Weil die Glasſcheiben viel Feuchtigkeit aus der Luft annehmen, ſo verfiel van Marum (Abhandl. über das Elektriſiren, aus dem Holländ. überſ. v. Möller, Gotha 1777. 8.) auf den Gebrauch einer Scheibe von Gummilack, deren unterer Theil in ein Gefäß mit Queckſilber reichte, und ſich alſo beym Umdrehen am Queckſilber rieb. Da aber die Verfertigung von dergleichen Scheiben beſchwerlich, und die Geräthſchaft koſtbar iſt, ſo hat dieſer Vorſchlag nicht den erwarteten Beyfall gefunden.

D. Ingenhouß ſelbſt verſuchte ſchon 1772 den Glasſcheiben, welche doch, wenn ſie groß verlangt werden, koſtbar und zerbrechlich ſind, runde mit Copal- oder Bernſteinfirniß getränkte Pappendeckel unterzuſchieben (ſ. deſſen vermiſchte Schriften, v. Molitor, Wien 1784. gr. 8. S. 181. f.). Er drehte drey ſolche Pappendeckel an einem Geſtell, in welchem ſie ſich an zwiſchenliegenden mit Flanell und einem Haſenbalge überzognen Bretern rieben. Er erhielt dadurch eine ſtarke Elektricität, mit 5 Zoll langen

Funken, die ſich ſehr geſchwind folgten. Aber in einem kalten Zimmer zog die Pappe die Feuchtigkeit an, und verlohr alle Kraft.

Cylinder-Maſchinen von andern Materien.

Eine der wohlfeilſten Maſchinen, und die dennoch die gewöhnlichen an Stärke weit übertrift, weil man ſie durch Erwärmung ſo leicht gegen die ſchädlichen Wirkungen der Feuchtigkeit ſchützen kan, iſt die von Herrn Legationsrath Lichtenberg (Magazin für das Neuſte ꝛc. B. I. St. 1. S. 83.) im Jahre 1781 angegebne, welche Taf. VII. Fig. 115. 116. 117. vorgeſtellt wird. Seine Beſchreibung davon iſt folgende.

„Das vorzüglichſte Stück an dieſer Maſchine, wo„durch ſie ſich auch allein von andern unterſcheidet, iſt die „mit ſchwarzem glatten wollenen Zeuge überſpannte „Trommel aaaa Fig. 115., deren Geripps Fig. 116. vor„geſtellt iſt (Man kan ſie auch mit Seidenzeug, Glanz„leinwand oder Papier überſpannen. Zeug und Leinwand „werden blos mit Stiften befeſtiget, um ſie im Nothfall „von neuem zu ſpannen). Die an beyden Enden des Ge„rippes befindlichen hölzernen Scheiben mm ſind an den „innern Seiten mit Streben verſehen, damit ſie ſich nicht „einwärts beugen und der Spannung des Zeugs nachthei„lig werden können.

„Die beyden Axen der Trommel bb, Fig. 115. ge„hen, wenn das Geſtell aus einander genommen werden „kan, durch deſſen Seiten durch. Iſt das Geſtell feſt zu„ſammengefügt, ſo kan ſich die Trommel auch hinter vor„geſchraubten eiſernen Platten bewegen.

„Der Reiber dd, Fig. 115. iſt ein mit langhaarigem „Katzenfelle überzognes Kiſſen, das an eine ſtarke Glas„röhre, oder in deren Ermanglung an einen Stab von ge„backnem und mit Firniß überzognem Holz befeſtiget iſt. „Die Röhre oder der Stab geht durch den obern Theil des „Geſtells durch, wo eine Schraube f befindlich iſt, ſie in „der gehörigen Stellung feſtzuhalten. Von dem Kiſſen

„geht mitten durch die Röhre oder den Stab ein ſtarker me-
„tallner Drath bis zu der oben befindlichen metallenen Ku-
„gel g. Dieſe Zurichtung dient dazu, das Kiſſen zu iſo-
„liren, um dadurch die entgegengeſetzte Elektricität zu er-
„langen.

„An der vordern Seite des Kiſſens gegen den Zulei-
„ter hin iſt ein Streif Wachstaffet h befeſtigt, der über
„einen Theil der Trommel hinreicht, um das Ausſtrömen
„der elektriſchen Materie nach den entgegengeſetzt elektri-
„ſchen Theilen der Trommel zu verhindern.

„In einiger Entfernung unter der Trommel iſt auf
„dem Geſtell ein Bret befeſtiget, auf welches ein Kohlen-
„becken i geſtellt werden kan, um der Trommel im Som-
„mer die nöthige Wärme und Trockenheit zu geben (Man
„kan die Kohlen mit Aſche bedecken, oder ein Blech dar-
„über legen, damit die Hitze die Trommel nicht beſchädige).
„Im Winter fällt dieſer Zuſatz weg, weil zur ſtärkſten
„Wirkung ſchon hinreichend iſt, die Maſchine in die Nähe
„eines Ofens oder Camins zu bringen.

„Die Kette k am Halſe der Kugel dient ſowohl die
„elektriſche Materie abzuleiten, da das Kiſſen iſolirt iſt,
„oder wenn ſie mit einem iſolirten Körper verbunden wird,
„die entgegengeſetzte Elektricität zu erhalten.

„Der metallne Conductor, Fig. 117. iſt mit dem
„Zuleiter o verbunden, und ſteht auf einer ſtarken Glas-
„röhre p. Die Kette l iſt nöthig, die Elektricität weiter
„zu führen, oder wenn ein Conductor mit dem Kiſſen ver-
„bunden iſt, die Materie zuzuleiten."

Herr Donndorf (Lehre v. d. Elektr. Th. I. S. 26.) beſchreibt dieſe Maſchine unter dem Namen des Lichtenbergiſchen Luftelektrophors (der ihr gar nicht ſchicklich zukömmt) in einer etwas veränderten Geſtalt, die ihr Herr Stegmann in Caſſel (jetzt in Marburg) gegeben hat. Sie iſt dadurch nur vertheuert, ohne mehr zu leiſten. Hr. Stegmann verfertigt ſie für 20 Thaler, da man ſie in ihrer urſprünglichen ſchönen Simplicität für 7 bis 9 Thaler haben kan.

Walkiers de St. Amand (ſ. Lichtenberg Magaz. B. III. St. 1. S. 118.) aus Brüſſel hat kürzlich eine neue zu dieſer Claſſe gehörige Elektriſirmaſchine angegeben. Sie beſteht aus zween hölzernen Cylindern von 2 Fuß Durchmeſſer und 6 Fuß Länge, die in zween 7—8 Fuß von einander entfernten Geſtellen mit Kurbeln von 8—10 Zoll umgetrieben werden. Ueber die beyden Cylinder ſelbſt iſt ein gefirnißter Taffet, der an beyden Enden zuſammengenähet iſt, gezogen und mäßig geſpannt, ſo daß die Maſchine bald wie ein Seidenweberſtuhl oder wie eine horizontal gelegte Garnwinde ausſieht. Wenn man die Cylinder mit den Kurbeln dreht, ſo wird der Taffet mit gedreht, und bewegt ſich nach und nach über alle Punkte der Cylinder. Die Breite des Taffets iſt 5 Fuß. Das Reibzeug beſteht aus 7 Fuß langen und 2 Zoll im Durchmeſſer haltenden Cylindern, die mit Katzenbalg überzogen ſind. Sie werden durch Schrauben an den Taffet gedrückt, und berühren ihn immer nur in einer Linie. Mitten durch den leeren Zwiſchenraum zwiſchen beyden Taffetflächen geht der Conductor, der 6—7 Zoll im Durchmeſſer hat, über die Ränder des Taffets an beyden Seiten beträchtlich hervorgehet, und in ſeidnen Schnuren vom Geſtell herabhängt. An den Stellen zwiſchen den Taffetflächen hat er Stacheln. So wird die erregte Elektricität nicht von benachbarten fremden Körpern geraubt, ſondern geht faſt ganz in den Conductor. Die Arbeiter, welche drehen, ſtehen auf dem Geſtell, und geben ihm durch das Gewicht ihres Körpers einen feſtern Stand.

Obgleich die Seide ſchon ſeit Grays Zeiten als ein ſehr guter elektriſcher Körper bekannt iſt, ſo hat ſie doch noch Niemand ſo im Großen zum Elektriſiren benützt. Die Commiſſarien der pariſer Akademie, welche dieſe Maſchine prüften, wagten es nicht, die ſimpeln Funken derſelben mit der Hand zu ziehen. Mit einer großen Kugel erhielten ſie Funken von 17 Zoll und drüber. Eine große leidner Flaſche ward gleich in den erſten Augenblicken von der Gewalt der Elektricität zerſchmettert.

Ingenhouß kleine Elektriſirmaſchinen.

Zum bequemen Gebrauche im Kleinen hat Herr Ingenhouß (Verm. Schriften, 1784. Th. I. S. 145 u. f.) eine von ihm im Jahre 1780 erfundene Maſchine beſchrieben, die wenig Beſchädigungen ausgeſetzt iſt, und an der Wand aufgehangen werden kan. Sie beſteht aus einem ſtarken 8—9 Zoll breiten und 2½—3 Schuh langen Stück Seidenzeug, welches überfirnißt oder mit einer in Weingeiſt gemachten Siegellakauflöſung überzogen iſt, und zwiſchen einer doppelten Kupferplatte, mit Hirſchhaut oder Katzenbalg überzogen, gerieben wird. Dieſe Kupferplatte iſt durch Glasſtangen mit zween meſſingenen Stäben verbunden, welche einen Spalt zwiſchen ſich laſſen, durch den das Seidenzeug gleich nach der Reibung durchgeht, daher dieſe Stangen die Elektricität annehmen, und die Dienſte eines erſten Leiters thun. Zur Anſpannung befinden ſich am obern und untern Ende des Seidenzeugs Leiſten mit hölzernen Kugeln, durch die ſeidne Bänder gezogen werden, woran man das ganze oben an einen Nagel hängen, und unten mit der Hand ſpannen kan. Mit der andern Hand wird eine cylindriſch geſtaltete leidner Flaſche ſo angeſetzt, daß ihre äußere Belegung die reibenden Platten, und ihre obere mit der innern Seite verbundne Haube die zum Leiter dienenden Stangen, vermittelſt angebrachter Stifte, feſthält. Mit dieſer Flaſche fährt man nun auf und ab, und nimmt zugleich das Reibzeug und den Leiter mit ſich. Dadurch wird die Elektricität erregt, und zugleich die Flaſche geladen, die der Erfinder übrigens ſo eingerichtet hat, daß man in ihr alles zum Lichtanzünden nöthige aufbewahren kan.

Zugleich beſchreibt D. Ingenhouß (ebend. S. 164.) eine elektriſche Taſchenmaſchine. Es iſt eine 6 Zoll lange und 3 Lin. breite an einem Ende verſchloßne und von innen und außen mit Zinnblatt belegte Glasröhre, an deren ofne Mündung mit Siegellak eine meſſingene Kugel befeſtiget wird, die mit der innern Belegung verbunden iſt. An der Mündung wird von außen ein halber Zoll unbelegt gelaſ-

ſen, und mit Siegellak überzogen. Man hält dieſe kleine Verſtärkungsflaſche zwiſchen den Fingern, und reibt zugleich zwiſchen dem Daumen und Zeigefinger, über die man lederne mit Katzenbalg überzogne Handſchuhfinger zieht, ein ſeidnes mit Siegellakauflöſung eingetränktes Band, an welches die meſſingne Kugel angedrückt wird, ſo iſt in wenig Augenblicken die belegte Röhre ſtark geladen.

Prieſtley Geſch. der Elektricität, durch **Krünitz**, S. 346. u. f.

Kühn Geſchichte der mediziniſchen und phyſik. Elektricität, Leipzig 1783. 8. I Abſchn. Cap. 2.

d'Inarre von der Elektrizität (oder: Anfangsgründe der Naturlehre, erſter Theil) Frf. am Mayn 1784. 8. §. 4.

Donndorf, Lehre von der Elektricität, Erfurt. 1784. II Bände. gr. 8. I Band, Cap. 2. S. 26—47.

Cavallo vollſtändige Abhandlung der Lehre von der Elektricität, Th. III. Cap. 2.

Adams Verſuch über die Elektr. S. 14. u. f.

Johann Ingenhouß vermiſchte Schriften phyſiſch-mediciniſchen Inhalts, überſ. von **Molitor** 2te Aufl. Wien 1784. II. B. gr. 8 Erſter Band, Num. III. IV. V.

Lichtenberg Magazin für das Neuſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte, an mehrern Stellen.

Elektriſirung, das **Elektriſiren**, Electriſatio, Electricitatis excitatio et communicatio, *Electriſation*. Verſetzung eines Körpers in den Zuſtand, in welchem er elektriſche Erſcheinungen zeigt.

Das Elektriſiren eines Körpers geſchieht entweder durch **Erregung** der urſprünglichen, oder durch **Vertheilung** der natürlichen, oder durch **Mittheilung** der erregten Elektricität.

Durch Erregung elektriſirt man die Körper, wenn man ſie an einander **reibt**, einige, wenn man ſie **ſchmelzt**, andere, wenn man ſie **erwärmt**, **ſ. Elektricität**, unter dem Abſchnitte: Erregung der urſprünglichen Elektricität. Dieſes Mittel wird gewöhnlich bey den ſogenannten elektriſchen Körpern oder Nicht-leitern angewendet.

Durch Vertheilung wird ein Leiter elektriſirt, wenn man ihn iſolirt und in den Wirkungskreis eines andern

elektriſirten Körpers bringt. Dadurch wird an dem abgekehrten Ende deſſelben ein Theil ſeiner natürlichen Elektricität frey und ſenſibel. Entfernt man ihn wieder aus dieſem Wirkungskreiſe, ohne ihn berührt zu haben, ſo verſchwindet dieſe Elektricität wieder, weil ſie aufs neue **gebunden** wird. Berührt man ihn aber, indem er noch im Wirkungskreiſe iſt, mit einem andern Leiter von hinlänglicher Größe, und entzieht ihm dadurch ſeine **freye** Elektricität, ſo wird er, wenn man ihn nun entfernt, die entgegengeſetzte Elektricität von derjenigen zeigen, welche dem Körper, in deſſen Wirkungskreiſe er war, zukömmt, ſ. **Elektricität**, unter dem Abſchnitte: Elektriſche Wirkungskreiſe und Vertheilung ꝛc.

Durch Mittheilung werden iſolirte Leiter elektriſirt, wenn ſie mit andern elektriſirten Körpern in Berührung gebracht, oder ihnen auch nur bis auf eine gewiſſe Weite genähert werden. Dieſe Weite iſt größer, wenn die Körper ſpitzig ſind; dann theilt ſich auch die Elektricität durch ein anhaltendes Ueberſtrömen mit. Sind die Körper abgeſtumpft oder rund, ſo geſchieht die Mittheilung durch einen Funken. Bey vollkommner Berührung zweener Leiter erfolgt die Mittheilung ganz ſtill und unbemerkt; berühren ſich aber ein elektriſcher Körper und ein Leiter mit platten Flächen, ſo theilt der elektriſche Körper ſeine Elektricität ſchwer oder gar nicht mit. Durch die Mittheilung erhält ein Körper eben diejenige Elektricität, die der andere verliert, ſ. **Elektricität**, unter dem Abſchnitte: Mitgetheilte Elektricität.

Elektrometer, Elektricitätsmeſſer, Electrometrum, *Electrometre*. Eine Veranſtaltung, um die Stärke und Beſchaffenheit der Elektricität eines Körpers zu beſtimmen, oder die elektriſchen Erſcheinungen in einem verlangten Grade der Stärke hervorzubringen.

Gray bemerkte zuerſt, daß Fäden, die an einer elektriſirten Stange hiengen, ſich zurückſtießen und von einander flohen. **Du Fay** fand eben dies, und zwar bey leinenen oder Zwirnfäden am ſtärkſten. Der Letztere benützte

ſeit dem Jahre 1733 dieſes ſehr einfache Mittel, zween Fäden, oder nur einen doppelt geſpaltnen frey von einer Stange herabhängen zu laſſen, um daraus leicht zu erkennen, wie bald die Stange elektriſirt werde, und wie bald ſie dieſe Elektricität wieder verliere. Der Abt Nollet, der bey dieſen Verſuchen zugegen war, ſahe wohl ein, daß man von dieſer Entfernung der Fäden mehr Vortheil ziehen, und aus der Größe ihres Winkels oder ihrer Divergenz auf den Grad der Elektricität ſchließen könne. Weil man aber keinen fremden Körper an dieſe Fäden bringen durfte, ſo ſchlug er (Mém. de Paris 1757.) vor, den Winkel derſelben durch ihren auf einem Brete aufgefangenen Schatten mit einem Gradbogen zu meſſen.

Waitz (Abhdl. v. der Elektr. und deren Urſachen, Berlin 1745. 4.) ſchlug vor, an die Enden der Fäden kleine Metallplättchen oder Gewichte zu hängen. Er nahm dazu ſeidne Fäden, und die Gewichtchen giengen aus einander, wenn er einen geriebnen Glascylinder in ihre Nähe brachte. Er machte ſich Hofnung, dadurch die zurückſtoſſende Kraft mit der Schwere vergleichen zu können.

Ellicott (Philoſ. Transact. Vol. XLV. no. 486.). ſchlug eine Wage vor, wo das Gewicht in einer Schale zeigt, wie ſtark ein elektriſirter Leiter die darüber gehaltne andere Schale anziehe. Auf ähnlichen Gründen beruht auch ein Vorſchlag von Gralath (Verſuche und Abhdl. der naturforſch. Geſellſch. in Danzig, Th. I. 1747. no. 6.)

Canton (Phil. Trans. Vol. XLVIII. P. I. no. 53.) richtete 1753 die von du Fay gebrauchten Fäden zu dem noch jetzt ſo gewöhnlichen ſehr brauchbaren Korkkugelelektrometer ein. Er ließ aus Kork oder Holundermark zwo kleine Kugeln von der Größe einer Erbſe ſauber abdrehen, und hieng ſie an feine Zwirnfäden. Er ſchloß ſie gewöhnlich in ein buxbaumenes Futteral oder Käſtchen ein, damit man ſie bey ſich tragen konnte. Es darf auch nur ein Faden ſeyn, der in der Mitte umgebogen wird, wie Taf. VII. Fig 118. Dieſes höchſt einfache Elektrometer iſt von großem Nutzen, ſowohl zu Entdeckung ſchwacher

Elektricitäten, als auch zur Beobachtung der poſitiven und negativen Beſchaffenheit einer Elektricität, ſ. Elektricität, unter dem Abſchnitte: Entgegengeſetzte Elektricitäten.

Henly's 1772 erfundenes Quadranten-elektrometer beſchreibt Prieſtley (Philoſ. Trans. Vol. LXII. no. 26.). Man ſ. Taf. VII. Fig. 119. Es ſteht auf einem kleinen Geſtelle, von dem es nach Gefallen abgenommen, und an den erſten Leiter ꝛc. befeſtiget werden kan. Es beſtehet aus einer ſenkrecht ſtehenden Säule, die oben kugelförmig abgerundet iſt, und unten ein Meſſingblech hat, welches man auf den erſten Leiter, oder auf den dazu gehörigen Fuß aufſetzt. Oben am Stiele iſt ein getheilter elfenbeinerner Halbcirkel befeſtiget, in deſſen Mitte der Zeiger an einer feinen Axe von Meſſing ſteckt. Der Zeiger ſelbſt iſt ein ſehr dünnes Stäbchen, das vom Mittelpunkte bis an das Meſſingblech reicht, und trägt unten ein fein abgedrehtes Korkkügelchen. Das beſte Holz zur Säule und zum Zeiger iſt Buxbaum. Beyde müſſen wohl abgerundet und glatt ſeyn. Beym Elektriſiren ſteigt der Zeiger, und giebt auf dem Halbcirkel Grade an, woraus ſich auf die Stärke der Elektricität ſchließen läßt.

Langenbucher (Beſchreibung einer beträchtlich verbeſſerten Elektriſirmaſchine, 8. S. 44.) ſtellt zwo 6 Zoll lange Glasſäulen 3 Zoll weit von einander. Auf der einen ſteht ein 5 Zoll hohes und 1 Zoll breites meſſingnes Plättchen, an deſſen unteres Ende ein krummgebogner Drath mit einer Kugel eingeſchraubt iſt. Am obern Ende hängt ein buxbaumener Zeiger, aber ohne Korkkugel, herab. Auf der andern Glasſäule ſteht ein getheilter Halbcirkel von Elfenbein oder gedürrtem Holz, deſſen Mittelpunkt in den Anhängepunkt des Zeigers fällt. Alles bis auf die Meſſingplatte, den Zeiger und den Halbkreis, iſt mit Siegellak überzogen. Beym Gebrauch verbindet man die Kugel mit dem elektriſirten Körper. Donndorf (Lehre v. der Elektr. Th. I. S. 70.) lobt dieſe Einrichtung, die ſonſt der Henlyſchen ähnlich iſt, weil man ſie bey jeder Art von Maſchinen brauchen könne.

Cavallo (Vollſt. Abhandl. von der Elektr. Th. III. Cap. 3.) ſchlägt das Taf. VII. Fig. 120. vorgeſtellte Stativ mit den Cantonſchen Elektrometern CC und DD vor. Auf dem hölzernen Fuße B ſteht eine Säule A von Glas oder gedörrtem Holz, oben abgerundet, oder mit einer hölzernen Haube verſehen, aus der vier Arme von Glas oder gedörrtem Holz hervorgehen, woran vier Elektrometer hängen. Zwey davon CC ſind Cantonſche an leinenen Fäden (die er mit ſchwachem Salzwaſſer zu tränken anräth) und Korkkügelchen von $\frac{1}{8}$ Zoll Durchmeſſer. Sie hängen an einem 6 Zoll langen gläſernen mit Siegellak überzognen Stäbchen, mit dem man ſie iſolirt vom Stative abnehmen kan. DD ſind ſeidne Fäden, 8 Zoll lang, an deren Ende eine Pflaumfeder hängt. Man ſieht bald, daß dies eine zu vielerley Abſichten bequeme Einrichtung iſt.

Da alle dieſe Veranſtaltungen nur zeigen, ob die Elektricität ſtärker oder ſchwächer, nicht aber, wie groß ſie eigentlich ſey, ſo hat Herr Achard (Beſchäftigungen der berliner Geſellſchaft naturforſchender Freunde, Th. I. Berlin 1775. gr. 8. S. 53 u. f.) ein Elektrometer angegeben, welches die Kraft der Elektricität wirklich abmeſſen, und ihr jedesmaliges Verhältniß zur Schwere der Erdkörper beſtimmen ſoll. Herr Lichtenberg (Magaz. für das Neuſte ꝛc. B. II. St. 1. S. 146.) hat daſſelbe kürzer beſchrieben. An einem meſſingnen Lineal AB, Taf. VII. Fig. 121., ſind bey C, c, an kleinen Hacken zwo Kugeln von verſchiedenen Gewichten F, f, an meſſingenen Fägen von gleicher Länge aufgehangen. Die Fäden müſſen ſo ſteif ſeyn, daß ſie ſich nicht krümmen. Das Lineal hat bey L, l, Vertiefungen, damit der Faden dicht an ſeiner Seite anliegen kan, wenn die Kugel das Lineal berührt. Die Kugeln würden aus Meerſchaum zu verfertigen ſeyn, welche Materie die Feuchtigkeit aus der Luft wenig annimmt. Man ſetze nun, die Kugel F (deren Gewicht nebſt dem des ganzen Fadens = P ſey) werde durch das Elektriſiren des Lineals um den Winkel BCF = φ abgeſtoſſen. Der Schwerpunkt des Penduls CF ſey in G, ſo wird ſein Gewicht = P es lothrecht nach der Linie Gn herab-

treiben. Dieſes Gewicht wird jetzt theils von der Feſtigkeit des Hackens C, theils von der abſtoßenden Kraft der Elektricität im Gleichgewicht erhalten. Man zerlege alſo Gn in die beyden Kräfte Go und Gm, die eine in der Richtung des Fadens ſelbſt, die zwote ſenkrecht gegen das Lineal. Dieſe letztere Gm drückt den Theil des Gewichts P aus, welchen die nach mG gerichtete abſtoßende Kraft aufhebt. Es iſt aber der Winkel Gnm = nGo = BCF = φ; und daher Gm = Gn. tang. φ, d. i. die abſtoßende Kraft = P. tang. φ. Kennt man alſo P, das Gewicht des Penduls, und hat man Mittel, den Winkel BCF = φ zu meſſen, ſo giebt die Rechnung ſehr leicht die abſtoßende Kraft. Dieſer Winkel muß aber in einer Entfernung von wenigſtens 4 Fuß gemeſſen werden können, weil bey einer gröſſern Nähe eines fremden Körpers die Pendul geſtört werden würden. Hiezu giebt nun der Erfinder einen zwar ſehr gut ausgedachten, aber auch ſehr zuſammengeſetzten Chordenmeſſer an, den ſonſt Herr **Elkner** in Berlin nebſt dem Elektrometer ſelbſt für 7½ Thaler verfertiget hat, und der alſo wohl ſchwerlich in den elektriſchen Apparat allgemein aufgenommen werden dürfte. Uebrigens giebt obige Rechnung die richtige Methode an, die Intenſität des Abſtoſſens (welches, wenn es auch nicht überall ſenkrecht von der Seite des Lineals abtriebe, doch nach dieſer Richtung, als einer mittlern, betrachtet werden kan) wirklich zu meſſen, und dadurch zu bewirken, daß das Werkzeug den Namen eines Elektrometers oder **Maaßes** wirklich verdiene.

Das **Taſchenelektrometer des Cavallo** (Vollſt. Abhdl. von der Elektr. Theil. IV. C. 3.), deſſen Empfindlichkeit er ſehr rühmt, beſteht aus einer Glasröhre, die 3 Zoll lang iſt, ⅛ Zoll im Durchmeſſer hat, und bis auf die Helfte mit Siegellak überzogen iſt, ſ. Taf. VII. Fig. 122. An dem Ende der Röhre, wo kein Siegellak iſt befindet ſich eine Schleife von einem dünnen ſeidnen Schnürchen, womit man das Ganze an eine Stecknadel hängen kan. In das andere ofne Ende paßt ein Kork, der an beyden Enden coniſch zugeſpitzt iſt. Von dem einen Ende des Korks hängen zwo leinene Fäden herab, die ein wenig

kürzer ſind, als die Glasröhre ſelbſt, und an jedem befin- det ſich ein kegelförmiges Stückchen Holundermark. Die Glasröhre dient zum iſolirenden Handgriffe, und zugleich zum Gehäuſe; denn wenn man den Kork umkehrt, ſo kom- men die Fäden innerhalb der Röhre zu hängen, und man kan das Ganze in einem gewöhnlichen Etui bey ſich tragen. Setzt man in dieſes Etui oben ein Stück Bernſtein, un- ten ein Stück Elfenbein auf Bernſtein iſolirt, ſo kan man durch Reiben an einem Tuchkleide — E und + E erregen, und dem Elektrometer mittheilen.

Adams (Verſuch über die Elektricität, S. 164.) be- ſchreibt noch ein ſehr bequemes und äußerſt empfindliches Elektrometer von **Cavallo** angegeben, Taf. VII. Fig. 123. Die Glasröhre CDMN iſt in den meſſingenen Boden AB eingeküttet. Ihr oberer Theil läuft in ein ſchmales cylin- driſches mit Siegellak überzognes Ende aus, in das eine kleine gläſerne Röhre eingeküttet iſt, deren unteres eben- falls mit Siegellak überzognes Ende ein wenig in die Röhre CDMN hineinreicht; in dieſe kleine Röhre iſt ein Drath eingeküttet, deſſen unteres Ende das flache Stück Elfen- bein H, welches durch einen Kork in die Röhre befeſtiget iſt, berühret; das obere Ende des Draths geht etwas über die Röhre hinaus, und läßt ſich in die meſſingene Haube EF einſchrauben, welche bey Beobachtung der Luftelektri- cität den Regen von dem mit Siegellak überzognen Theile abhält. TM und KN ſind zween ſchmale Streifen Zinn- folie an der innern Seite des Glaſes, welche mit dem meſ- ſingnen Boden AB in Verbindung ſtehen.

Bringt man einen elektriſirten Körper an die meſ- ſingne Haube EF, ſo werden die Kugeln ſogleich aus einan- der gehen, ſobald ſie aber die Zinnfolie berühren, wieder zuſammenfallen, und wenn man nun den elektriſirten Kör- per wieder wegnimmt, aufs neue mit der entgegengeſetzten Elektricität aus einander gehen. So ſind die Kugeln auch gegen die allerſchwächſten Grade der Elektricität empfind- lich, und die Beſchaffenheit derſelben erhellet daraus, ob ſie durch ein der Haube genähertes — E mehr divergirend gemacht oder einander wieder genähert werden. Kaum

wird man zu Wahrnehmung ſchwacher Elektricitäten eine beſſere Einrichtung vorſchlagen können.

Außer dieſen ſo brauchbaren Korkkugelelektrometern haben le Roy und d'Arcy (Mém. de Paris. 1749.) noch eine andere Art, die Stärke des Zurückſtoßens zu meſſen, angegeben. In einem großen, ganz mit Waſſer gefüllten, Gefäß AB (Taf. VII. Fig. 124.) ſchwimmt ein Glas CD, wie ein Aräometer geformt, deſſen Stiel 12 Zoll lang und eine Linie dick iſt; es muß im natürlichen Zuſtande bald bis an den Boden des Gefäßes herabſinken. Das Gefäß iſt mit der meſſingnen Scheibe H zugedeckt. Dieſe hat in der Mitte ein Loch, durch welches der Stiel V durchgeht. Damit der Stiel nicht umſchlage, iſt Queckſilber unten bey CD, auch ſind Silberfäden über das Loch in der Scheibe H geſpannt, zwiſchen denen er auf- und abſteigen kan. Oben am Ende des Stiels iſt ein meſſingnes Scheibchen L, von 14⅙ Lin. Durchmeſſer. Wenn nun dies alles iſolirt, und mit einem elektriſirten Leiter verbunden wird, ſo ſtößt die Scheibe H das nahe an ihr liegende Plättchen L ab und erhebt dadurch das Aräometer. Kan man die Höhe meſſen, auf die es erhoben wird, ſo läßt ſich aus dem bekannten Gewichte deſſelben, und dem Verhältniſſe des Stiels zum ganzen Körper die Kraft des Abſtoßens berechnen. Die Erfinder ſchlagen vor, ein mattgeſchlifnes Glas mit Parallellinien bezogen, gegen die Maſchine zu ſtellen, vermittelſt eines Lichts den Schatten des Gefäßes darauf fallen zu laſſen, und ſo aus der Zahl der Parallellinien, durch welche der Schatten des Plättchens L, ſteigt, auf das Steigen des Plättchens ſelbſt zu ſchließen. Den dazu vorgeſchlagnen Apparat möchte man wohl zu unbequem finden.

Eine ganz andere Claſſe von Elektrometern hat die Abſicht, die Stärke der elektriſchen Funken und Erſchütterungsſchläge zu meſſen, oder wenigſtens Funken und Schläge von einer gewiſſen vorgeſchriebenen Stärke hervorzubringen. Canton verfiel gleich nach Erfindung der leidner Flaſche auf ein Mittel, die Stärke der Ladung zu beſtimmen. Er nahm die geladne Flaſche in die Hand, ließ

einen Funken aus ihr in einen iſolirten Leiter gehen, und zog dieſen Funken mit ſeinem Finger wieder heraus, worauf die Flaſche dem Leiter aufs neue einen Funken gab. Aus der Anzahl dieſer Funken beurtheilte er die Stärke der Ladung. Man erfährt aber dadurch nur, wie ſtark die Ladung geweſen ſey, weil ſie durch dieſe Art der Abmeſſung verlohren geht; und es iſt zweifelhaft, ob ſich durch eine gleiche Anzahl von Umdrehungen des Rads an der Maſchine die Flaſche genau wieder eben ſo ſtark laden werde.

Lane (Philoſ. Trans. Vol. LVII. S. 451.) gab, um immer Funken oder Schläge von gleicher Stärke zu erhalten, eine unter dem Namen des Auslade-elektrometers bekannte Einrichtung an, die ich hier mit einigen nachher angebrachten Verbeſſerungen beſchreibe. Taf. VII. Fig. 125. wird an den Knopf F einer Verſtärkungsflaſche ein gläſerner Stab FD angebracht, der in die meſſingne Haube D eingeküttet iſt. Aus D geht ein ſtarker Meſſingdrath ſenkrecht hervor, deſſen Ende ſo hoch hinauf reicht, als der Mittelpunkt des Knopfes B ſteht, der noch über dem Knopfe F auf dem weiter hinaufreichenden Stabe der Flaſche befeſtiget iſt. Auf dieſem Drathe ruht eine meſſingne Hülſe, durch welche man das Stäbchen CE, welches an einem Ende den Knopf C, am andern den Ring E hat, vor und rückwärts ſchieben kan, um den Knopf C in jede beliebige Entfernung von dem Knopfe B zu bringen. Man kan auch auf dem Stäbchen CE eine Eintheilung anbringen, um die Entfernung der Knöpfe B und C deſto genauer abmeſſen zu können. Nun ſetze man, die Flaſche ſey ſo an den erſten Leiter A geſetzt, daß ſie ihn mit dem Knopfe B berühre, der Knopf C ſtehe $\frac{1}{2}$ Zoll von B ab, und von E bis an die äußere Belegung der Flaſche bey I ſey eine leitende Verbindung gemacht. Wird nun unter dieſen Umſtänden die Elektriſirmaſchine in Bewegung geſetzt, ſo ladet ſich die Flaſche. Sobald aber die Ladung ſo ſtark iſt, daß ſie durch die Entfernung BC ſchlagen kan, ſo erfolgt ihre Entladung. Fährt man immer fort, die Maſchine zu drehen, ſo ladet ſich die Flaſche aufs neue, bis die Entladung wieder bey der vorigen Stärke der Ladung erfolgt,

u. ſ. w. So kan man mehrere Schläge von immer gleicher Stärke erhalten, und durch Körper führen, die in die leitende Verbindung El gebracht werden. Sollen die Schläge ſtärker werden, ſo entfernt man C weiter von B. Der Theil FD wird gewöhnlich mit Siegellak überzogen. Man ſieht leicht, daß ſich eben dieſe Einrichtung auch an einen bloßen Conductor für ſimple Funken anbringen läßt.

Eben hiezu iſt auch der allgemeine Auslader des Henly brauchbar, ſ. Auslader, ingleichen das Luftthermometer des Kinnersley, ſ. Luftthermometer, elektriſches.

Sigaud de la Fond (Precis des phénom. électr. Sect. II. ch. 4.) nimmt ſtatt des Stäbchens CE eine kupferne Schraube, am Ende mit einer Platte, welche auf dem Maaßſtabe die Entfernungen angiebt. Er beſchreibt hiernächſt noch eine andere Vorrichtung, wo eine belegte Glastafel durch eine vom Conductor herabhängende Kette geladen wird, und Männchen, mit den beyden Seiten der Tafel verbunden, wenn die Ladung den nöthigen Grad erreicht, Piſtolen gegen einander abfeuern.

Adams (Verſuch über die Elektr. S. 28.) gedenkt eines Elektrometers von Townſhend. Auf einer elfenbeinernen Platte ſteht ein locker geſtellter elfenbeinerner Kegel. Aus einer runden Scheibe, die ſich ganz frey um zwo Spitzen drehen kan, geht ein hölzerner Arm hervor, der auf dem Kegel aufliegt. Man läßt einen Schlag unter dem Kegel durchgehen, der ihn nebſt dem hölzernen Arme in die Höhe wirft. Dadurch dreht ſich die Scheibe, und ein unbeweglicher Zeiger bemerkt, wie weit ſie ſich gedreht hat. Daraus ſoll man die Stärke des Schlags erkennen.

So beſchreibt auch Adams (ebend. S. 221.) ein von ihm ſelbſt etwas abgeändertes Elektrometer des Hrn. Brooke, wobey zuerſt unterſucht wird, wie weit ein Schieber, der an einem kupfernen Arme mit einer Kugel am Ende beweglich iſt, verſchoben werden müſſe, um den Arm immer horizontal zu erhalten, wenn ein Gegengewicht, das

den Arm zu heben ſtrebt, immer um einen Gran verſtärkt wird. Daraus entſteht eine Theilung, wo jeder Theil einen Gran Kraft mehr anzeigt. Man bringt alsdann einen gleich großen Arm mit einer Kugel, wie ein Cantonſches Elektrometer, an eine getheilte Scheibe, und verbindet beyde Inſtrumente mit einer Ladungsflaſche, oder einem Conductor. Das eine zeigt nun die Grane der abſtoßenden Kraft durch den Grad der Theilung, auf den ſich der Schieber ſtellt, das andere die correſpondirenden Grade der getheilten Scheibe. So kan man eine Tabelle darüber verfertigen, wie viel Grane Repulſion jeder Grad anzeige, und dann das letztere Inſtrument allein brauchen, um durch Verſuche zu beſtimmen, wie viel bey einer gegebnen Menge belegter Fläche Repulſion nöthig ſey, um einen Drath zu ſchmelzen, ein Thier zu tödten, u.ſ.w. Es wird nemlich hier das durch mechaniſche Proben beſtimmt, was Herr Achard durch Rechnung findet.

Noch ein Elektrometer von Barbaroux beſchreibt Herr Lichtenberg (Magazin, B. III. St. 1. S. 113.). Eine 12 Zoll lange und 16 Linien weite Glasröhre iſt durch eingeſchnittene Striche in Zolle und Linien getheilt. Durch ihre beyden luftdicht mit Leder verſchloſſenen Enden gehen zween Dräthe mit Haken; jeder hat am innern Ende eine fein polirte meſſingne, genau in die Glasröhre einpaſſende Scheibe. Um eine Ladung zu meſſen, ſoll man die beyden Dräthe in die leitende Verbindung bringen, und ſo weit zuſammenſchieben, bis die Entladung erfolgt, da denn die Abtheilungen zeigen, wie weit die Scheiben aus einander ſtehen. Die Abſicht iſt, das Eindringen der äußern Luft in den Raum, durch den der Funken geht, zu hindern; allein das Glas, das ſich, wenn die äußere Luft leitend iſt, ladet, bringt eben ſo viel Unbeſtimmtheit in die Abmeſſung, als die äußere Luft ſelbſt.

Franklin's Rad kan durch die Geſchwindigkeit, mit der es umläuft, ebenfalls ein Elektrometer abgeben, ſ. Rad, elektriſches.

So brauchbar einige der beſchriebnen Werkzeuge ſind, ſo iſt doch noch keines darunter, das die Intenſität der

Elektricität wirklich mit Sicherheit zu meſſen diente; inzwiſchen kömmt das Achardſche dieſem eigentlichen Zwecke des Elektrometers am nächſten.

Prieſtley Geſch. der Elektr. durch Krünitz, S. 89, 343 u. f.

Donndorf Lehre von der Elektr. Th. I. S. 66. — 87.

Cavallo Vollſtändige Abhandl. der Lehre v. der Elektr. Th. III. Cap. 3.

Adams Verſuch über die Elektric. an mehreren Stellen.

Kühn Geſchichte der medicin. und phyſikal. Elektricität, S. 154 u. f.

Briſſon dictionnaire de phyſ. art. *Electrométre.*

Elektrometer, atmoſphäriſches, ſ. Luftelektrometer.

Elektrophor, beſtändiger Elektricitätsträger, Electrophorus perpetuus, *Electrophore perpetuel.* Ein ſeit dem Jahre 1775 durch Herrn Volta in die elektriſche Geräthſchaft eingeführtes Inſtrument, wodurch man eine lange Zeit elektriſiren kan, ohne die Elektricität aufs neue erregen zu dürfen. Es vertritt die Stelle einer ſehr einfachen und wohlfeilen Elektriſirmaſchine.

Nach Herrn Lichtenberg (De nova methodo, naturam ac motum fluidi electrici inveſtigandi, in Nov. Comm. Soc. Gotting. To. VIII. ad ann. 1777. p. 168.) iſt die erſte Erfindung der Sache ſelbſt Herrn Wilke (Schwed. Abhdl. 24ſter Theil, Von den entgegengeſetzten Elektricitäten bey der Ladung, 20ſter Verſ. S. 271.) zuzuſchreiben, der im Jahre 1762 eine Veranſtaltung angab, die Belegungen einer Glastafel nach geſchehener Ladung und Entladung von der Tafel ſelbſt zu trennen, und alle Theile beſonders zu unterſuchen. Da nun aus dem folgenden erhellen wird, daß jede losgeſchlagne leidner Flaſche oder Glastafel mit einem geladnen Elektrophor übereinkomme, ſo iſt das Weſentliche dieſer Erfindung ſchon in den angeführten Verſuchen des Herrn Wilke enthalten. Auch in den Schriften der Herren Aepinus, Cigna und Beccaria kommen Verſuche vor, welche auf den Begrif des Elektrophors führen.

Herr **Volta** von Como, jetzt Profeſſor der Phyſik zu Pavia, behält indeß das unſtreitige Verdienſt, dieſem merkwürdigen Werkzeuge ſeine jetzige bequeme Einrichtung und ſeinen Namen gegeben, und es in die Geräthſchaft der Experimentalphyſik eingeführt zu haben. Er kam darauf durch die Veranlaſſung ſeines Streits mit dem P. **Beccaria** über des letztern Grundſatz der **ſich ſelbſt wiederherſtellenden Elektricität**. Er läugnete, daß ein Leiter und ein erregter elektriſcher Körper bey ihrer Verbindung ihre Elektricitäten **ablegten**, und bey der Trennung wieder **ergriffen**, und behauptete vielmehr, daß die Elektricitäten nur ſo lang, als ſich eine im Wirkungskreiſe der andern befände, in einem Gleichgewichte ſtünden, oder unwirkſam würden, d. i. einander **bänden**. Er zeigte dies durch einen auf eine geriebne Harzplatte geſetzten iſolirten Leiter, und da Harzplatten ihre erregte Elektricität ſehr lang behalten, ſo gab dieſer Verſuch das Inſtrument, dem er den Namen Elettroforo perpetuo beylegte. (Man ſehe die mayländiſche Scelta di opuſcoli intereſſanti, To. IX. p. 91. und To. X. p. 37. ingl. Lettre de Mr. *Alexander Volta* ſur l'électrophore perpetuel de ſon invention in *Rozier* Obſ. ſur la phyſique etc. To. VII. Juillet, 1776. p. 21.)

Die erſte Erſcheinung des Elektrophors, welcher theils durch Privatbriefe, theils durch kleine Schriften (Schreiben eines Geiſtlichen zu Wien (Jacquet) von dem immerwährenden Elektrophor, aus dem Franz. mit Anmerk. von A. H. Wien 1776. 8.) bald bekannt ward, war den Phyſikern faſt eben ſo räthſelhaft, als es ehedem der Leidner Verſuch geweſen war. Man ſahe bald, daß ſich dieſes Werkzeug nicht anders, als durch die Geſetze der elektriſchen Wirkungskreiſe erklären laſſe. Die Bekanntmachung des Elektrophors iſt daher die Epoche, ſeit welcher man auf dieſe bisher noch immer vernachläſſigte Lehre vorzüglich aufmerkſamer geworden iſt; ſo daß dieſes Werkzeug der Theorie gewiß eben ſo viel Vortheil, als der Praxis, gewähret hat.

Einrichtung des Elektrophors.

Die weſentlichen Theile eines Elektrophors ſind der Kuchen, die Form und der Deckel. Kuchen und Form zuſammen, heißen die Baſis oder **Unterſcheibe**; der Deckel wird im Gegenſatz damit auch die **Oberſcheibe** genannt.

Der Kuchen beſteht aus einer Platte von einer nicht-leitenden Materie, z. B. Glas, Harz, Pech, Siegellack ꝛc., deren urſprüngliche Elektricität durch Reiben (beym Glaſe mit Leder, das mit dem gewöhnlichen Amalgama beſtrichen iſt, bey harzigen Materien mit Haſen- Katzen- Kaninchen oder Marderbalg) erregt werden kan. Das bloße Pech oder reines burgundiſches Harz iſt dazu ſehr bequem. D. Pickel giebt eine Compoſition von 5 Theilen Gummilack (in tabulis), 3 Theilen reinem Maſtix und 2 Theilen venetianiſchem Terpentin an, welches zuſammen in eine Leinwand gebunden, in einem neuen irdenen glaſirten Geſchirr bey gelindem Kohlfeuer zerlaſſen, durch die Leinwand gedrückt, und entweder noch flüſſig auf die Form getragen, oder nach dem Erkalten gepülvert aufgeſtreut und wieder zerlaſſen wird. Jacquet ſchlägt eine Miſchung vor, welche halb Colophonium, und halb weiſſes Pech enthält, nebſt etwas Terpentin, das Springen zu verhüten, und etwas Zinnober zum Färben. Oft thut man auch der Feſtigkeit halber etwas Ziegelmehl hinzu.

Die Form oder der Teller beſteht aus einer leitenden Belegung auf der einen Seite und mehrentheils auch an der Kante des Kuchens. Nimmt man ein Spiegelglas zur Baſis, ſo vertritt ſchon die Belegung mit Spiegelfolie die Stelle der Form. Zu den Harzkuchen bedient man ſich einer runden metallenen, oder auch hölzernen mit Zinnfolie oder Silberpapier belegten, Scheibe mit einem aufwärts gebognen 1—2 Linien hohen Rande, welcher das Abfließen der hineingegoſſenen Harzmaſſe verhindert.

Wenn man auf dieſe Art die Baſis bereiten will, ſo muß ſo viel harzige Compoſition aufgegoſſen werden, daß deren Oberfläche mit dem höchſten Theile des Randes voll-

kommen gleich ſteht, und man vom Rande des Tellers nichts, als die äußere Kante ſieht. Weil beym Aufgießen immer Blaſen im Harze bleiben, ſo iſt es rathſam, glühende Platteiſen bereit zu halten, und dieſe nahe an die Blaſen zu bringen, ohne jedoch das Harz zu berühren, damit die Blaſen von der Hitze zerſpringen. Dadurch kan man einen Harzkuchen im Teller erhalten, der ſo eben und glatt, als ein Spiegel, iſt. Auch nachher entſtandne Riſſe kan man durch Ueberfahren mit einem heiſſen Eiſen zuſchmelzen, daher Harzkuchen weit bequemer, als Glastafeln, ſind. Macht man den Teller von Holz mit Zinnfolie überzogen, ſo wird das Inſtrument noch wohlfeiler und leichter zu tragen; nur muß das Holz ſehr trocken ſeyn, damit es ſich nachher nicht ziehe, und den Kuchen zerſprenge.

Der Deckel (clypeus, Schild, Conductor, oft auch, wenn es ein hoher Cylinder iſt, die Trommel) beſteht aus einem iſolirten Leiter, der ringsum etwa 1 — 1½ Zoll ſchmäler iſt, als der Kuchen, und auf denſelben genau anſchlieſſend aufgeſetzt und abgehoben werden kan. Am wohlfeilſten und leichteſten macht man ihn aus einem Reif von ſteifgeleimtem Pappendeckel, über den oben und unten Leder, Papier oder dünne Leinwand geſpannt, dann aber alles, oben, unten und am Rande, mit Zinnfolie überzogen wird, ſo daß die äußere Fläche ein vollkommner metalliſcher Leiter iſt. Man kan aber auch eine metallne am Rande abgerundete Scheibe oder Teller nehmen. Um dieſen Deckel iſolirt abheben und aufſetzen zu können, werden an drey oder vier gleichweit von einander entfernten Orten des obern Umkreiſes Löcher ſchief durchgebohrt, und ſeidne Schnüre oder Bänder durchgezogen, die man in der Höhe von etwa 10 Zollen zuſammenknüpft. Oder es wird in die Mitte des zum Deckel gebrauchten Tellers ein gläſerner Handgrif angekittet, der den Vorzug hat, daß man den Deckel auch in andere, als horizontale, Lagen bringen kan.

Das ganze Inſtrument iſt Taf. VII. Fig. 126. und 127. abgebildet. Fig. 126. iſt Cavallo's Einrichtung, bey welcher der Kuchen eine mit einer Harzcompoſition überzogne Glasſcheibe iſt, der Deckel aus einer Metall-

platte mit einem gläſernen Handgrif beſteht, und der Tiſch, oder eine zinnerne Scheibe, auf welche man den Kuchen legt, die Stelle der Form vertritt. Fig. 127. iſt die bey uns gewöhnlichere Einrichtung, wo die Baſis eine mit Harz ausgegoſſene leitende Scheibe iſt, der Deckel aber oder die Trommel an ſeidnen Schnüren gehalten wird.

Der größte jemals gebrauchte Elektrophor iſt in Göttingen durch den daſigen Mechanikus **Klindworth** verfertiget worden. (Man ſ. **Lichtenberg** Magazin für das Neuſte ꝛc. B. I. St. 2. S. 42.) Die Harzſcheibe deſſelben hatte 7, die leitende Scheibe oder der Deckel 6 pariſer Schuhe im Durchſchnitt. Dieſe leztere war maſſiv, wog 76 Pfund, und ward durch einen Flaſchenzug auf und nieder gelaſſen. Am äußern mit Zinnfolie belegten Rande der Tafel, in welche der Harzkuchen eingegoſſen war, befand ſich ein Haken mit einer Kette, an deren Ende eine Kugel hieng, um die Verbindung mit dem Deckel zu bewirken, die man ſonſt mit der Hand macht, weil der dabey entſtehende Schlag der Hand zu empfindlich war.

Der **doppelte Elektrophor**, eine Erfindung des Herrn Profeſſor **Lichtenberg**, wird im nächſtfolgenden Artikel beſchrieben werden.

Es laſſen ſich außer dem Glaſe und den harzigen Miſchungen noch viele andere Körper zur Baſis des Elektrophors gebrauchen, z. B. ſeidne oder wollene Zeuge, welche man aber lieber in einen Rahmen ſpannt, und ſo in freyer Luft in eine horizontale Lage bringt, ſ. **Luftelektrophor.** Man darf auch nur einen elektriſirten ſeidnen Strumpf u. dgl. auf den iſolirten Deckel legen, um Wirkungen zu erhalten, die denen des Elektrophors ähnlich ſind.

Erſcheinungen und Gebrauch des Elektrophors.

Man errege die Elektricität des Kuchens durch Reiben. Iſt der Kuchen, wie gewöhnlich, von einer harzigen Compoſition bereitet, ſo wird die Erregung am beſten gelingen, wenn man mit trocknem warmen Haſen- oder

Katzenpelz oder Flanell reibt. Das allerbeſte iſt, mit einem doppelt zuſammengelegten warmen und trocknen Stück Flanell, das man mit beyden Händen hält, auf den Kuchen zuſchlagen, und bey jedem Schlage den Flanell über den ganzen Kuchen hinweg gegen ſich zu ziehen, oder den Kuchen aufeben dieſe Art mit einem Fuchsſchwanze zu peitſchen. Die harzigen Subſtanzen, zumal in platter Form, behalten ihre einmal erregte Elektricität ſehr lange Zeit. Ein ſo erregter Elektrophor zeigt nun vornehmlich folgende Erſcheinungen.

1. Setzt man den Deckel, vermittelſt der Schnüre oder des iſolirten Handgriffs, auf die Baſis, und hebt ihn wieder ab, ohne ihn berührt zu haben, ſo zeigt er keine Elektricität.

2. Setzt man den Deckel eben ſo auf die Baſis, welche hiebey nicht iſolirt iſt, und berührt ihn, ſo erhält man einen kleinen, aber ſchneidenden Funken, und berührt man mit einem Finger den Deckel, mit dem andern die Form, ſo fühlt man einen erſchütternden Schlag, wie aus einer geladnen Flaſche.

3. Nach dieſen Berührungen zeigen weder Deckel noch Form einige Spur von Elektricität.

4. Hebt man hierauf den Deckel mit den Schnüren auf, entfernt ihn genugſam von der Baſis, und berührt ihn nun wieder, ſo erhält man einen oder mehrere ſtechende Funken, wie von einem gemeinen Conductor. Dieſe Funken ſind ſtärker, wenn man bey Num. 2. Deckel und Form zugleich, als wenn man nur den Deckel allein berührt hat.

5. Die Elektricität des ſo berührten und aufgehobnen Deckels iſt der des Kuchens entgegengeſetzt.

6. Die Elektricität des aufgeſetzten, noch nicht berührten, Deckels iſt der des Kuchens gleichartig.

7. Das Num. 2. 3. 4. beſchriebene Verfahren läßt ſich, ſo oft man will, wiederholen, ohne daß der Kuchen etwas merkliches von ſeiner Elektricität verliert, bis ihm endlich Luft und Feuchtigkeit dieſelbe entziehen. So kan man von einer einzigen Reibung oft Monate lang elektriſche

Funken erhalten, daher das Inſtrument ein beſtändiger Elektricitätsträger genannt worden iſt.

8. Iſolirt man die Baſis, ſo erhält man aus dem aufgeſetzten Deckel bey der Berührung einen ſtechenden Funken; ſonſt aber, wenn man Form und Deckel zugleich berührt, wieder, wie bey Num. 2., einen erſchütternden Schlag.

9. Zieht man nach dieſen Berührungen den Deckel in die Höhe, ſo findet man jetzt nicht allein den Deckel, wie bey Num. 4., ſondern auch die Form elektriſirt, jenen ungleichartig, dieſe gleichartig mit der Elektricität des Kuchens.

10. Wird der Deckel nach der Berührung aufgehoben, und ohne in der Höhe berührt worden zu ſeyn, wieder niedergelaſſen und aufgeſetzt, ſo ſind in allen Fällen Form und Deckel ganz todt, und ohne einiges Merkmal der Elektricität.

Man wird aus dieſen Phänomenen des Elektrophors ſeinen Gebrauch leicht abnehmen können. Der berührte und von der Baſis abgehobne Deckel nemlich thut alle Dienſte eines elektriſirten Conductors, an dem man die Wirkungen der elektriſchen Anziehung wahrnehmen, einen Funken ziehen und eine Flaſche laden kan, wenn man den Funken aus dem Deckel in ihren Knopf ſchlagen läßt, indem man die äußere Belegung mit der Hand hält, oder auf eine andere Art mit der Erde verbindet. Zwar iſt mit dem ausgezognen Funken auf einmal alle Elektricität des Deckels erſchöpft; man kan ihm aber dieſelbe durch ein neues Aufſetzen auf den Kuchen, Berühren und Abheben ſogleich wiedergeben. Man kan auch eine Flaſche negativ laden, wenn man ſie auf den Deckel ſtellt, mit demſelben aufzieht, und dann ihren Knopf berührt; oder wenn man ſie beym Knopfe hält, und den Funken aus dem Deckel in die äußere Belegung ſchlagen läßt. Solchergeſtalt vertritt der Elektrophor die Stelle einer Elektriſirmaſchine, und kan wegen ſeiner geringen Größe, und der langen Dauer ſeiner Elektricität nach einer einzigen Erregung, ſehr bequem zu den meiſten elektriſchen Verſuchen gebraucht werden.

Vermittelſt geladner Flaſchen kan man die Kraft eines Elektrophors beträchtlich verſtärken. Man ladet nemlich eine Flaſche durch den Deckel des Elektrophors ſelbſt, ſtellt dieſelbe auf den Kuchen, und entladet ſie wieder durch eine Verbindung zwiſchen ihrem Knopfe und der Form des Elektrophors. Da ſie ſich hiebey nicht auf einmal ganz entladet, ſo ſchiebt man ſie mit einer gläſernen Röhre auf eine andere Stelle des Kuchens, und ziehet aufs neue, wie zuvor, einen Theil ihrer Ladung heraus, bis ſie nichts mehr entläßt. Man ladet ſie hierauf wieder, und verfährt, wie zuvor, bis man mit der Flaſche auf dem ganzen Kuchen herum iſt. Bedient man ſich ſtatt der einfachen Flaſche einer Batterie von mehreren, etwa 16—64 Flaſchen, ſo kan man bey großen Elektrophoren dieſe Verſtärkung ſo hoch treiben, daß aus dem aufgezognen Deckel ſtarke Blitze von der Dicke eines Gänſekiels auf das Harz ſchlagen, und ſolches gleichſam durchbohren.

Es iſt zu dieſer Verſtärkung eines Elektrophors nicht einmal nöthig, die Flaſche durch eine Verbindung ihres Knopfs mit der Form des Elektrophors zu entladen; man darf nur die Flaſche, wenn ihre äußere Seite — E hat, auf den Kuchen ſetzen, den Knopf mit der Hand faſſen, und die Belegung auf dem Kuchen hin und her führen, ſo wird dadurch die Baſis ein weit ſtärkeres — E, als durch bloßes Reiben, erhalten. Weil die Flaſche durch den Elektrophor geladen wird, ſo erhält er die ganze Verſtärkung im Grunde aus ſich ſelbſt, und dies giebt ihm noch mehr Anſprüche auf die Benennung eines beſtändigen Elektricitätträgers. Fährt man hingegen mit dem Knopfe der Flaſche, welcher + E hat, auf dem Kuchen hin und her, indem man die — E habende Belegung in der Hand hält, ſo erhält der Kuchen + E, wodurch anfänglich ſein — E geſchwächt wird, und im Fortgange ein Ueberſchuß von + E entſteht, ſ. Elektrophor, doppelter.

Auch wird die Kraft eines Elektrophors verſtärkt, wenn ſich diejenige Perſon, welche das Reiben verrichtet, während deſſelben auf einem iſolirten Stative durch eine Maſchine poſitiv elektriſiren läßt.

Wenn man eine Flaſche poſitiv, eine andere negativ, ladet, ſie bey der äußern Belegung anfaßt, und mit dem Knopfe einer jeden einen Buchſtaben auf den Harzkuchen ſchreibt, dann aber die Stellen mit kleingeſtoßnem Harz, Colophonium oder Herenmehl bepudert, ſo zeigen ſich die geſchriebenen Buchſtaben durch den aufgeſtreuten Staub, der beym poſitiven mehr blumenartige, beym negativen mehr runde Figuren bildet. Faßt man die Flaſchen bey den Knöpfen an, und ſchreibt die Buchſtaben mit ihren äuſſern Belegungen, ſo zeigen ſie ſich bepudert ebenfalls, aber die Figuren des Staubs erſcheinen jetzt in verwechſelter Ordnung. Herr Lichtenberg in Göttingen (De nova methodo, naturam ac motum fluidi electrici inveſtigandi, in Nov. Comm. Soc. Gott. To. VIII. ad a. 1777. und in Comment. Soc. Gott. Claſſ. Math. T. I. ad a. 1778.) hat ſolche Figuren abbilden laſſen, und ſchlägt weitere Verſuche hierüber als ein Mittel vor, die Beſchaffenheit und Bewegung der elektriſchen Materie zu unterſuchen. Cavallo ſucht dieſe Figuren dadurch zu erklären, daß der aufgepuderte Harzſtaub, durch das Reiben der Theilchen an einander negativ elektriſirt, alſo von den poſitiven Stellen des Kuchens angezogen, von den negativen aber zurückgeſtoßen werde. Der feine Staub, der in den Zimmern aufſteigt, und auf einen geriebnen Harzkuchen niederfällt, bringt eben dieſe Figuren hervor.

Nicht lange nach der Bekanntmachung des Elektrophors in Deutſchland behauptete Herr Rath und Profeſſor Schäffer in Regenſpurg (Abbildung und Beſchreibung des beſtändigen Elektricitätträgers ꝛc. Regenſp. 1776. 4. Kräfte, Wirkungen und Bewegungsgeſetze des beſt. Elektricitättr. Regenſp. 1776. 4. Fernere Verſuche mit dem beſt. El. Regenſp. 1777. 4.) einige ſonderbare Verſuche mit dieſem Werkzeuge angeſtellt zu haben. Etwas ähnliches, aber auch nicht ſehr ſicheres kömmt zwar ſchon unter Grays Verſuchen vor (ſ. Prieſtley Geſch. der Elektric. durch Krünitz S. 74.). Eine über dem Mittelpunkte des Elektrophors hängende Glocke ſollte in eine Schwungbewegung von Norden nach Süden gerathen. Hänge die

Glocke, oder ein anderer Körper, dem Elektrophor zur Seite, ſo ſolle die Schwungbewegung nach dem Mittelpunkte des Elektrophors zu gerichtet ſeyn. Doch müſſe die Schnur, woran der ſchwingende Körper hänge, von einer dazu geſchickten Perſon gehalten oder berührt werden. Nicht allen Perſonen gelinge dieſer Verſuch, ihm aber jederzeit, auch allen, die er berühre, oder denen er die Hände auflege. Alles, was man auf den Harzkuchen lege, nehme dieſe Eigenſchaft an, und bringe darüber gehaltne Körper zum Schwingen. Ein Buch auf den Harzkuchen gelegt, und dann wieder unter die übrigen geſtellt, mache alle andere Bücher zu Elektrophoren, über welchen die Pendul ſchwängen, u. ſ. w. Den meiſten übrigen Naturforſchern haben dieſe Verſuche, ſelbſt mit den größten Elektrophoren, nicht im geringſten gelingen wollen, und die aus ihnen gezognen Vermuthungen neuer Kräfte oder eines elektriſchen Magnetiſmus haben bey Kennern keinen Beyfall gefunden.

Theorie des Elektrophors.

Daß ſich die Erſcheinungen dieſes Werkzeugs ganz auf Vertheilung, oder auf die Lehre von den elektriſchen Wirkungskreiſen gründen, iſt ſchon aus dem Perpetuellen deſſelben klar, welches nicht ſtatt finden könnte, wenn der geriebene Kuchen etwas von ſeiner Elektricität mittheilen ſollte. Daher bezogen ſich auch die erſten Erklärer dieſer Phänomene ſogleich auf die Geſetze der Wirkungskreiſe. Aus dieſen haben Socin (Anfangsgründe der Elektricität, Hanau 1778. 8. Achte Vorleſ.) und Ingenhouß (Philoſ. Transact. Vol. LXVIII. P. II. no. 48. überſ. in den leipziger Sammlungen zur Phyſik und Naturgeſchichte, II. B. 5 St. S. 515. u. f.) das meiſte glücklich hergeleitet, und der letztere beſonders hat ſeine Erklärungen gänzlich dem Franklinſchen Syſtem anzupaſſen geſucht. Hingegen gründen ſich die weit vollkommnern Erklärungen der Herren Wilke (Unterſ. der bey Hrn. Voltas electrophoro perpetuo vorkommenden Erſcheinungen in den ſchwed. Abhdl. 39 B. S. 54. 116. u. 200.) und Lichtenberg (dritte

Auflage von Erxlebens Naturlehre, Göttingen 1784. 8. §. 549. h. u. f.) auf die Theorie zwoer Elektricitäten, welche der erſtere Feuer und Säure, der letztere aber weit angemeſſener + E und — E nennt.

D. Ingenhouß erklärt den Elektrophor, deſſen Kuchen durch Reiben negativ wird, nach Franklin für eine Platte, welche zu wenig elektriſche Materie hat, auf der ſich alſo gleichſam ein Vacuum befindet. Setzt man nun den iſolirten Deckel auf, ſo ſtürzt ſich ein Theil ſeiner natürlichen elektriſchen Materie auf dieſes Vacuum zu, ohne jedoch in die Platte ſelbſt zu dringen, welche, wie alle Harzplatten, nur mit der größten Schwierigkeit Elektricität annimmt. Es entſteht alſo im untern Theile des Deckels Ueberfluß. Da der Deckel iſolirt iſt, ſo kan das, was ſich gegen ſeinen untern Theil ſtürzt, im obern Theile nicht von außen her erſetzt werden, daher entſteht im obern und äußern Theile des Deckels Mangel. Hebt man den Deckel unberührt ab, ſo kehrt die herabgeſtürzte Materie zurück, und der Deckel, der nichts erhalten, und nichts verlohren hat, zeigt gar keine Elektricität. Berührt man ihn aber, indem er noch auf dem Kuchen ſteht, ſo erſetzt man den Mangel in ſeinem obern Theile durch einen Funken; und wenn er nun abgehoben wird, und der Ueberfluß aus dem untern Theile zurückkehrt, ſo hat der ganze Deckel zu viel, muß alſo poſitive Elektricität zeigen, und dem daran gebrachten Finger einen poſitiven Funken geben.

Der geriebene Harzkuchen zwiſchen dem Deckel und der Form iſt hiebey als eine auf beyden Seiten belegte Tafel anzuſehen. Die untere Seite des Deckels macht die obere, die obere Seite der Form die untere Belegung aus. Mithin ſind die äußern Theile des Deckels und der Form, wie bey einer geladnen Tafel, auf entgegengeſetzte Art elektriſirt, und das Anhalten der Finger an beyde zugleich muß, wie bey der leidner Flaſche, einen erſchütternden Schlag verurſachen.

Es findet alſo zwiſchen dem Elektrophor und einer belegten und geladenen Glastafel gar kein Unterſchied ſtatt. Richtet man die Glastafel ſo ein, daß man beyde Bele-

gungen, oder auch nur eine davon, mit ſeidnen Schnüren oder einer Stange Siegellack abnehmen kan, ſo zeigen ſich, wie Herr Wilke (ſchwed. Abhdl. 23ſter Band, S. 171.) ſchon längſt gefunden hatte, alle Phänomene des Elektrophors. Nimmt man die Belegung, welche vorher poſitiv war, nach der Entladung iſolirt vom Glaſe ab, ſo zeigt ſie ſich negativ; die andere vorher negative zeigt ſich abgenommen poſitiv, beyde ziehen ſich an, und geben ſich einen ſtarken Funken. Legt man ſie wieder an das Glas, ſo erhält man einen poſitiven Funken aus der einen und einen negativen aus der andern: ſo kan man die Tafel aufs neue entladen, und dieſe Abwechſelung eine lange Zeit wiederholen. Hieraus erhellet, daß jede losgeſchlagne leidner Flaſche ein geladner Elektrophor iſt.

Es iſt nicht zu läugnen, daß ſich ſo die meiſten Phänomene des Elektrophors der Franklinſchen Theorie gemäß erklären laſſen. Fragt man z. B. warum der Funken, den man aus dem aufgehobnen Deckel erhält, ſtärker iſt, wenn man, indem der Deckel noch auf dem Kuchen ſtand, Deckel und Form zugleich, als wenn man nur den Deckel allein berührt hat, ſo läßt ſich mit Herrn Socin antworten, in dem Augenblicke, in welchem der Deckel den Funken erhalte und alſo völlig poſitiv werde, komme zugleich der Kuchen in den Wirkungskreis des nun poſitiven Deckels; dadurch werde ſeine elektriſche Materie noch mehr gegen die untere Seite des Kuchens zurückgetrieben, und alſo im Wirkungskreiſe dieſer Seite mehr elektriſche Materie aus der Form herausgeſtoßen, welche durch beyde Finger in den Deckel gehe, und ihn ſtärker lade, als wenn die Form gar nicht berührt wird, u. ſ. w. Fragt man, warum bey iſolirter Baſis die Funken ſchwächer ſind, ſo kan man dies nach Franklins Theorie aus eben der Urſache herleiten, aus welcher iſolirte Flaſchen nicht geladen werden können, weil nemlich die eine Seite nichts annehmen kan, wenn nicht die andere eben ſo viel verliert; da nun bey iſolirter Baſis die Form nichts abgeben oder verlieren kan, ſo kan auch die andere Seite oder der Deckel nichts, oder doch nicht viel, annehmen. Dies ſcheint ſich zwar dadurch zu

beſtätigen, weil bey nicht-iſolirter Baſis die um ſie herum liegenden Leiter, z. B. die goldenen Leiſten am Tiſche u. dgl. allemal leuchten, wenn man dem Deckel den Funken giebt, woraus für Franklins Meinung geſchloſſen werden könnte, die Form gebe allezeit elektriſche Materie ab, ſo oft der Deckel dergleichen empfange. Indeß nimmt doch auch bey iſolirter Baſis der Deckel einen Funken und mit dieſem einige Elektricität an, obgleich die Baſis nichts verlieren kan.

Ich will dieſer Erklärung des Elektrophors nunmehr die Lichtenbergiſche Theorie ſo beyfügen, daß daraus die Urſachen der Erſcheinungen in eben der Ordnung erhellen, in welcher oben die Erſcheinungen ſelbſt angegeben worden ſind.

1. Setzt man auf die — E habende Fläche des Kuchens den iſolirten Deckel, ſo wird ein Theil ſeines natürlichen + E von ihr gezogen, und ſein natürliches — E zurückgeſtoßen. Hebt man ihn aber unberührt wieder ab, ſo hören dieſe Wirkungen, welche blos vom Kuchen herkamen, auf, und das + E und — E des Deckels treten wieder in ihr natürliches Gleichgewicht.

2. Wird der Deckel auf dem Kuchen liegend berührt, ſo verbindet ſich ſein zurückgeſtoßnes oder freyes — E mit eben ſoviel + E des Fingers durch einen Funken. Dieſes — E + E iſt = o.

Indem des Kuchens obere Seite — E hat, ſo bindet dieſes eben ſo viel + E der untern Seite. Daher wird — E an der untern Seite des Kuchens frey, geht aber, weil die Baſis jetzt nicht iſolirt iſt, in den Tiſch über, oder ſättigt ſich mit + E aus demſelben. Wird aber der Deckel aufgeſetzt, ſo ändern ſich die Umſtände. Das — E des Kuchens zieht itzt das + E des Deckels, und kann daher nicht mehr ſo viel + E der untern Seite binden. Daher wirkt dieſes + E freyer gegen die Form, und ſtößt das + E derſelben zurück. Berührt man nun Deckel und Form zugleich, ſo gehen das zurückgeſtoßne + E der Form und — E des Deckels in einander über, und die Finger fühlen einen erſchütternden Schlag.

3. Weil hiebey + E und — E einander ſättigen, ſo zeigen nach der Berührung Form und Deckel keine Elektricität.

4. Hebt man aber den Deckel ab, und bringt ihn aus dem Wirkungskreiſe des Kuchens heraus, ſo wird ſein vorher durch das — E des Kuchens gebundnes + E wieder frey, und giebt einem genäherten Leiter einen poſitiven Funken. Hat man vorher Deckel und Form zugleich berührt, ſo iſt dieſer Funken ſtärker, weil das Zurückſtoßen der untern Seite des Kuchens mehr + E in den Deckel getrieben hat.

5. Hiebey iſt der aufgehobne Deckel poſitiv, wenn die obere Seite des Kuchens negativ iſt.

6. Bey Num. 2. hingegen hat der Deckel, ehe er berührt wird, freyes — E, oder iſt negativ, wie die obere Seite des Kuchens ſelbſt.

7. Das Perpetuelle erklärt ſich daher, weil der Kuchen von ſeiner Elektricität nichts verliert, ſondern blos durch ſeine Atmoſphäre wirkt.

8. Iſt die Baſis iſolirt, ſo kan die Form kein E abgeben. Ihr + E aber bindet einen Theil des — E im Kuchen, und ſchwächt daher die Wirkung ſeiner Atmoſphäre. Wird nun der Deckel aufgeſetzt, ſo kan das nicht ganz freye — E des Kuchens nicht ſo viel von dem + E des Deckels binden, daher nicht ſo viel — E in ihm frey machen, und der ihm genäherte Finger wird einen ſchwächern Funken erhalten, als wenn die Baſis nicht iſolirt iſt. Berührt man aber Form und Deckel zugleich, ſo entläßt die Form ihr + E, und der Deckel zugleich ſein — E, das nun in ſtärkerm Maaße in ihm frey wird, und man fühlt einen erſchütternden Schlag.

9. Wird nun der Deckel aufgezogen, ſo findet man ihn poſitiv, und die Form negativ, wenn man ſie gleich nicht mit berührt hat. Denn das — E des Kuchens zieht nun das + E der untern Seite und der Form ſtärker, die alſo das — E der Form, das ſie vorher gebunden hatte, fahren läßt, und ſenſibel macht.

10. Wird der Deckel unberührt wieder niedergelaſſen, ſo kehrt alles in die Umſtände zurück, in denen es ſich vor dem Aufziehen befand, und alle + E und — E ſind in völligem Gleichgewichte. Hätte man aber den Deckel in der Höhe berührt, und ließe ihn dann wieder nieder, ſo würde er negativ, die Form auch noch negativ, aber ſchwächer, als vorher, ſeyn, weil nun das durch den Deckel beſchäftigte — E des Kuchens nicht mehr ſo viel + E der untern Seite binden, und nicht mehr ſo viel — E der Form frey oder ſenſibel machen könnte.

Herr Lichtenberg bemerkt ſehr richtig, daß dieſe Theorie, ſo verwickelt ſie ſcheinen möchte, höchſt einfach ſey, und nur darum viel Worte erfordere, weil ſo viele Phänomene daraus zu erklären ſind. Alles beruht auf dem einzigen Geſetze der elektriſchen Wirkungskreiſe. Der geriebene Harzkuchen, deſſen obere Seite — E hat, bindet das in ſeinen Wirkungskreis kommende + E der untern Seite und der Form, und macht ihr — E frey. Setzt man den Deckel auf, ſo verwendet ſich ein Theil der Wirkung auf dieſen, daher wird weniger auf die Form gewirkt. Berührt man den Deckel, ſo erhält er mehr + E, dadurch wird das — E des Kuchens noch mehr beſchäftiget, und wirkt nun noch weniger auf die Form. Zieht man endlich den Deckel auf, ſo beſchäftigt er das — E des Kuchens nicht mehr, und dieſes wirkt nun wieder in ſeiner ganzen Stärke auf die Form. Was aber dieſe Wirkung auf die Form für Folgen hat, das hängt davon ab, ob ſie iſolirt iſt oder nicht, ob man ſie zugleich mit berührt oder nicht ꝛc. Dieſe wenigen Sätze enthalten alle Phänomene des Elektrophors.

Ich zweifle nicht, daß man dieſe Erklärung des Elektrohpors deutlicher und genugthuender finden werde, als ſie in der Sprache des Franklinſchen Syſtems ausfallen würde, in welche man ſie übrigens leicht überſetzen kan, wenn man ſtatt + E Ueberfluß, ſtatt — E Mangel ſagen will. Man wird ſich aber nicht leicht vorſtellen können, wie ein Mangel diejenige Thätigkeit beweiſen könne, welche unſer — E bey den Erſcheinungen des Elektrophors ſo un-

läugbar ausübt. Es iſt alſo nicht zu läugnen, daß ſich der Elektrophor weit leichter unter der Vorausſetzung zwoer verſchiednen Elektricitäten, als aus der Hypotheſe einer einzigen elektriſchen Materie, erklären laſſe.

Cavallo vollſtändige Abhdl. der Lehre von der Elektricität, dritte Aufl. Leipzig 1785. 8. Zuſätze des Ueberſetzers. S. 306. u. f.

Ingenhouß elektriſche Verſuche zu Erklärung des Elektrophors nach der Theorie des D. Franklin, in den Samml. zur Phyſik und Naturg. II. B. 5. St.

Lichtenberg, dritte Aufl. von Erxlebens Naturlehre, §. 538 b u. f. 549 h u. f.

Elektrophor, doppelter. Eine von Herrn Lichtenberg in Göttingen erfundene Einrichtung des Elektrophors, welche dazu dient, beyde Elektricitäten, die poſitive und negative, auf eine bequeme Art gleich neben einander zu haben.

Man nimmt ein Bret von Lindenholz (Taf. VII. Fig. 128.) ohngefähr 2 Fuß lang, einen Fuß breit und einen Zoll dick, überzieht daſſelbe ganz mit Zinnfolie oder Goldpapier ſo, daß auch der äußere Rand belegt wird, befeſtiget darum mit metallenen Nägeln, welche bis in die Belegung hineingehen, einen Rand von dünnem Holzſpan, der 2½ Lin. über das Bretchen hervorraget. Dieſes Bret, das nun die Geſtalt einer Schüſſel hat, gießt man mit einer Harzcompoſition aus. Der dazu gehörige Deckel hält etwa 10 Zoll im Durchmeſſer. Man reibt nun die Stelle A mit einem Haſen- oder Katzenfell, oder mit Flanell, ſo wird ſie negativ, hingegen der darauf gelegte und berührte Deckel nach dem Aufheben poſitiv. Alsdann ſtellt man auf B einen meſſingnen Ring, etwa einen Zoll hoch und eben ſo weit im Durchmeſſer, und läßt aus dem von A aufgehobnen Deckel Funken darauf ſchlagen, wodurch die Stelle des Harzkuchens, die der Ring berührt, poſitiv wird. Nach jeder Operation verſchiebt man den Ring ein wenig mit einem Federkiel, einer Stange Siegellack, oder einem andern Nicht-leiter ſo, daß er etwa in acht Operationen größtentheils über den ganzen Raum B geführt worden

iſt, und nimmt ihn alsdann ab. Hierdurch wird nun B poſitiv, und der darauf gelegte, berührte und wieder abgenommene Deckel negativ. Alſo hat man beyde Elektricitäten in A und B neben einander; A macht den Deckel poſitiv, und B negativ. Mit dieſer negativen Elektricität kan man nun A noch ſtärker negativ machen, indem man den meſſingnen Ring auf A ſetzt, und mit dem von B aufgehobnen Deckel einen Funken daraus ziehet. So kan man immerfort abwechſeln, und dadurch beyde Elektricitäten bis zu einem beträchtlichen Grade verſtärken.

Lichtenberg Magazin für das Neuſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte, I. B. 2 St. S. 42. u. f.

Elementarfeuer, Ignis elementaris, *Feu elementaire*. Dieſen Namen geben die Phyſiker einer von ihnen angenommenen feinen, flüſſigen, ſehr elaſtiſchen und alle Körper durchdringenden Materie, welche ſie für die Urſache der Wärme halten. Nach den Theorien der Neuern iſt dieſes Elementarfeuer in den Körpern entweder **gebunden**, ſo daß es weder durchs Gefühl empfunden wird, noch eine am Thermometer zu bemerkende Wärme hervorbringt, ſondern gleichſam einen bleibenden Beſtandtheil der Körper auszumachen ſcheint; oder es iſt frey, und erregt alsdann das Gefühl der Wärme, bringt das Thermometer zum Steigen, und vertheilt ſich nach gewiſſen Verhältniſſen durch die benachbarten Körper. In dieſem letztern Zuſtande wird es auch **freye** oder **empfindbare, fühlbare Wärme** genannt, ſ. **Feuer, Phlogiſton, Verbrennung.**

Elemente, Urſtoffe, Uranfänge der Körper, Elementa, Principia prima corporum, *Elémens*. Den Namen der Elemente führen diejenigen Stoffe, die ſo einfach ſind, daß alle Bemühungen der Kunſt nicht zureichen, ſie zu zerſetzen oder zu verändern, die aber als Grundſubſtanzen oder chymiſche Beſtandtheile zu den Verbindungen anderer Körper kommen.

Ariſtoteles und mit ihm noch viele neuere Chymiker nehmen vier Elemente, **Feuer, Waſſer, Luft** und

Erde an. Selbſt Macquer ſagt noch, daß man dieſe vier Stoffe als einfache Körper betrachten müſſe, weil ſie in allen Operationen der Chymie als ſolche wirkten, und die Erfahrung uns nicht belehre, daß ſie zuſammengeſetzt ſeyen. In der That gehören auch ganz reine Erde und ganz reines Waſſer gewiß zu den für uns und für die chymiſche Kunſt unzerleglichen Grundſtoffen. Auch dürfte nicht leicht Jemand das reine Elementarfeuer, wenn er anders von dem Daſeyn deſſelben überzeugt iſt, aus der Zahl der einfachen Grundſtoffe ausſchließen. Was aber die Luft betrift, ſo haben neuere Entdeckungen den Begrif, den man ſich ehedem von ihr machte, ſehr verändert. Man muß jetzt den Namen Luft, oder wenn man lieber will, Gas, als eine allgemeine Benennung vieler ſehr weſentlich verſchiedener Stoffe anſehen, welche nichts weiter, als Flüſſigkeit, Elaſticität und die Eigenſchaft, durch die Kälte nicht verdichtet zu werden, mit einander gemein haben; die atmoſphäriſche Luft, die man ſonſt zu den Elementen rechnete, iſt keinesweges einfach, und wenn es eine einfache Elementarluft giebt, ſo iſt uns doch von ihr und ihren Eigenſchaften bis hieher noch ſehr wenig bekannt.

Außerdem giebt es aber noch mehrere theils durch Erfahrungen bekannte, theils hypothetiſch angenommene Stoffe, die für uns eben ſo unzerleglich und einfach, als die erwähnten ariſtoteliſchen Elemente, ſind. Dahin gehören das Phlogiſton, welches die Chymiker ſchon längſt unter mancherley Namen als ein Element betrachtet haben, die Salze, die Lichtmaterie, die elektriſche, magnetiſche Materie, der Aether u.ſ.f.; alles Stoffe, deren inneres Weſen noch nicht ergründet iſt, unter denen aber mehrere auf den Namen der Elemente gewiß eben ſo viel Anſprüche, als Feuer, Waſſer und Erde, machen können.

Ueberhaupt wird jeder Kenner der Naturlehre und Chymie geſtehen, daß man die Luſt, etwas von den Elementen zu ſagen, immer mehr verliert, je weiter man in der Kenntniß dieſer Wiſſenſchaften fortſchreitet. „Wenn „wir aufrichtig ſeyn wollen, ſagt Herr Leonhardi bey „dieſem Artikel im Macquer, ſo müſſen wir geſtehen,

„daß wir weder die Anzahl, noch die Namen der ächten Ele-
„mente auf eine ungezweifelte Art angeben können. Die-
„jenigen, die ſie aus bloßen Vernunftſchlüſſen darthun wol-
„len, oder ſich und Andere überreden, ſie könnten Zahl und
„Art derſelben beſtimmen, mögen zuſehen, wie ſie die Sache
„beweiſen, und ob ſie nicht durch ein ſolches Vorgeben dem
„Anſehen und Wachsthum der Chymie mehr hinderlich als
„beförderlich ſind. Diejenigen aber, welche ſie aus Er-
„fahrungen zu kennen vorgeben, mögen erwägen, ob nicht
„andere eben ſo unzerlegbare Subſtanzen, als die, die ſie
„Elemente nennen, dieſen Namen mit gleichem Rechte ver-
„dienen."

Elemente der Bahn, Elementa orbitae, *Elémens d' une Planete.* Diejenigen aus den Beobachtungen eines Planeten oder Kometen gezognen Data, welche ſeinen Lauf vollkommen beſtimmen, und aus welchen ſich alſo alle Fragen über ſeinen Stand in jedem vergangenen oder zukünftigen Zeitpunkte beantworten laſſen.

Dieſe Elemente ſind, was die Längen der Planeten betrift, folgende vier: 1) die Eccentricität der Bahn, ſ. Eccentricität, 2) der Ort der Sonnenferne, ſ. Sonnenferne, 3) die Epoche des mittlern Orts, d. i. der mittlere heliocentriſche Ort des Planeten für einen gewiſſen beſtimmten Augenblick, z. B. für den Mittag des erſten Jänners 17·0, 4) die mittlere Geſchwindigkeit des Planeten, z. B. um wie viel ſich ſein mittlerer Ort in einer Stunde, einem Tage u. ſ. w. ändere, welches man findet, wenn man 360° durch die Anzahl der Stunden, Tage rc. ſeiner Umlaufszeit dividirt. Sind dieſe vier Stücke genau bekannt, ſo kan man aus dem Unterſchiede zwiſchen der Epoche und der gegebnen Zeit, vermittelſt der mittlern Geſchwindigkeit leicht finden, um wie viel ſich in dieſer Zwiſchenzeit der mittlere Ort verändert habe, und wohin er alſo für die gegebne Zeit falle; dies mit dem Orte der Sonnenferne verglichen, giebt des Planeten mittlere Anomalie, aus welcher ſich vermittelſt der Eccentricität durch das Kepleriſche Problem die wahre Anomalie, und alſo

der heliocentriſche Ort oder die heliocentriſche Länge für die gegebne Zeit finden läßt, ſ. Anomalie.

Was die Breiten betrift, kommen noch folgende beyde Elemente hinzu: 5) die Lage der Knotenlinie, ſ. Knoten, 6) die Neigung der Bahn, oder der Winkel, den ſie mit der Erdbahn macht. Durch dieſe beyden Data findet ſich, wenn der heliocentriſche Ort bekannt iſt, die heliocentriſche Breite für jede gegebne Zeit, durch trigonometriſche Rechnung.

Die für jeden Planeten insbeſondere ausgearbeiteten aſtronomiſchen Tafeln erleichtern dieſe Berechnungen, welche ſonſt äußerſt mühſam ſeyn würden. Dieſe Tafeln gründen ſich auf die aus den Beobachtungen gezognen Beſtimmungen der Elemente. Weil aber alle Beobachtungen unvermeidlichen Unvollkommenheiten ausgeſetzt ſind, ſo bedarf es von Zeit zu Zeit neuer Vergleichungen der Tafeln mit dem Himmel, um die Beſtimmungen der Elemente immer mehr zu berichtigen, und ſo die Genauigkeit der Tafeln immer höher zu treiben.

Die neuſten Beſtimmungen der Elemente der Planetenbahnen werde ich bey dem Worte: Weltſyſtem, angeben.

Bey den Kometen kan man mehrentheils nur das Stück ihrer Laufbahn, welches in die Nähe der Erde und der Sonne fällt, betrachten, und muß daſſelbe als ein Stück einer Parabel anſehen. Hiebey kommen folgende Elemente vor: 1) der Ort der Sonnennähe, 2) der Zeitpunkt des Durchgangs durch die Sonnennähe, 3) der Abſtand des Kometen von der Sonne in der Sonnennähe, 4) die Lage der Knotenlinie, 5) die Neigung der Bahn, 6) die Richtung des Laufs, ob er nemlich, wie bey den Planeten, der Ordnung der Zeichen des Thierkreiſes folge, oder derſelben entgegengehe.

Hat man die Elemente eines Kometen aus den Beobachtungen ſeines Laufs beſtimmt, und findet nach mehreren Jahren einen neuen Kometen, aus deſſen Laufe eben dieſelben Elemente folgen, ſo muß man ſchließen, daß dieſer neue kein anderer, als der wiedererſcheinende vorige ſey,

weil man nicht annehmen kan, daß ſich zween Weltkörper in einer und ebenderſelben Bahn bewegen. Auf dieſe Art hat ſchon Halley geſchloſſen, daß der Komet der Jahre 1531, 1607, 1682 nur ein einziger aller 75—76 Jahre wiederkehrender ſey, weil er dreymal mit ebendenſelben nur wenig veränderten Elementen wiedererſchienen war. Er iſt auch in der That im Jahre 1759 faſt mit denſelben Elementen nochmals wiedererſchienen, ſ. Komet.

Elongation, Ausweichung, Elongatio, *Elongation.* Der Winkel, unter welchem uns ein Planet von der Sonne abzuſtehen ſcheint. So iſt die Elongation des Monds von der Sonne im erſten Viertel 90° öſtlich, im letzten 90° weſtlich. Venus und Merkur entfernen ſich von der Sonne nie über eine gewiſſe Weite; ſo ſteigt die Elongation der Venus nie über 47° 48′; die des Merkurs nie über 28° 31′.

Emanationen, ſ. Ausflüſſe.

Emanationsſyſtem, Emiſſionsſyſtem, Syſtema emanationis ſ. emiſſionis, *Syſteme d' emanation, ou d' emiſſion.* Dieſen Namen führt Newtons Hypotheſe über die Natur des Lichts, wenn man anders einem Gedanken dieſes großen Weltweiſen, den er blos in einer ſeiner Fragen vorgetragen hat, den Namen einer Hypotheſe oder eines Syſtems geben darf. Newton iſt eigentlich in ſeiner Optik blos mit der Unterſuchung der Erſcheinungen und Geſetze des Lichts beſchäftiget, ohne über die Natur deſſelben entſcheiden zu wollen. Blos in den beygefügten Fragen ſucht er zuerſt die Hypotheſen derjenigen unwahrſcheinlich zu machen, welche die Phänomene des Lichts entweder aus Modificationen der Stralen, oder aus Druck und Fortpflanzung einer Bewegung durch ein flüßiges Mittel erklären; dann fragt er, ob nicht vielleicht die Lichtſtralen kleine Theilchen ſeyn möchten, welche aus den leuchtenden Körpern ausgiengen, und durch die zwiſchen dem Lichte und den übrigen Körpern ſtatt findende Anziehung gebrochen würden, u.ſ.w. Da man übrigens

deutlich ſieht, daß Newton dieſe Erklärung der phyſikaliſchen Beſchaffenheit des Lichts für die wahrſcheinlichſte gehalten habe, ſo kan man es zulaſſen, ſie als ſein Syſtem anzuſehen, welches von dem Ausfließen oder Ausſtrömen des Lichts aus den leuchtenden Körpern die angeführten Namen erhalten hat. Die vornehmſten Gründe, welche man dem Emanationsſyſtem entgegenſetzen kan, hat **Euler** (Nova theoria lucis et colorum in Opuſc. varii argumenti, Berol. 1746. 4. p. 171 — 182.) vorgetragen. Man ſ. auch die Briefe an eine deutſche Prinzeſſin über verſchiedene Gegenſtände der Phyſik und Philoſophie, Th. I. 24. Brief, und in dieſem Wörterbuche den Artikel: **Licht**.

Entfernung, wahre, Abſtand, Diſtantia, *Diſtance*. Die kürzeſte Linie, welche zwiſchen zween Gegenſtänden gezogen werden kan. So wird die Entfernung zweener Punkte von einander durch die gerade Linie zwiſchen beyden, die Entfernung eines Punkts von einer Linie durch den Perpendikel angegeben, der ſich von jenem auf dieſe fällen läßt.

In der Phyſik, wo die Rede von Körpern iſt, nimmt man, wenn Entfernungen zu beſtimmen ſind, an oder in dieſen Körpern gewiſſe Punkte von bekannter Lage an, z. B. bey kugelförmigen Körpern ihre Mittelpunkte. So heißt Entfernung der Erde von der Sonne die gerade Linie zwiſchen den Mittelpunkten dieſer Weltkörper.

Auf der Erdkugel, die man hiebey als eine völlige Kugel betrachtet, wird die Entfernung der Orte, dieſer Geſtalt wegen, nicht für die gerade Linie, ſondern für den zwiſchen beyden enthaltenen Bogen eines größten Kreiſes angenommen.

Die Mittel, Entfernungen zu meſſen, lehrt die Geometrie, auch für ſolche Fälle, wo man zu den Punkten ſelbſt nicht kommen kan. Die Anwendungen dieſer Mittel auf phyſikaliſche Gegenſtände, beſonders auf die Entfernungen der Weltkörper und entlegner Orte auf der Erdfläche, gehören unter diejenigen Erfindungen, welche dem menſchlichen Verſtande vorzüglich zur Ehre gereichen.

durch ſie laſſen ſich mit ziemlicher Genauigkeit Größen beſtimmen, deren Ausmeſſung dem Unerfahrnen weit über die Grenzen der menſchlichen Erkenntniß hinaus zu liegen ſcheint. Dennoch fühlt auch hiebey der Menſch die Schranken, welche der Schöpfer ſeinen Kenntniſſen geſetzt hat, ſehr lebhaft. Schon auf der Erdkugel laſſen ſich große Entfernungen nicht anders, als mit einiger Ungewißheit, beſtimmen; und im Weltgebäude können wir zwar die Abſtände der zu unſerm Sonnenſyſtem gehörigen Weltkörper mit erträglicher Genauigkeit beſtimmen; für die Fixſterne aber verſchwinden alle Mittel, ihre Abſtände von uns und unter einander ſelbſt zu entdecken, und die Entfernungen dieſer Sonnen ſind für uns, in buchſtäblichem Verſtande des Worts, **unermeßlich.**

Entfernung, ſcheinbare, ſcheinbarer Abſtand, Diſtantia apparens, *Diſtance apparente.* Aus dem unbeſtimmten Gebrauche der Worte: ſcheinbare Größe und ſcheinbare Entfernung, entſpringen ſo viele Mißverſtändniſſe, daß es gewiß nicht überflüßig ſeyn wird, hier die Bedeutungen des Ausdrucks: **ſcheinbare Entfernung**, umſtändlich aus einander zu ſetzen. Man ſpricht aber entweder von dem ſcheinbaren Abſtande **zweener** Gegenſtände, die beyde außer uns liegen, z. B. dem Abſtande zweener Geſtirne, von einander, u. dgl.; oder von der ſcheinbaren Entfernung **eines** Gegenſtandes von uns ſelbſt, oder von unſerm Auge.

Unter dem **ſcheinbaren Abſtande** zweener außer uns liegender Gegenſtände S und T (Taf. VII. Fig. 129.) von einander, verſteht man in der Optik den Winkel SOT, welchen die aus beyden kommenden Lichtſtralen SO und TO am Auge O mit einander bilden; den optiſchen Winkel, unter welchem ihre wahre Entfernung, oder die Linie ST, ins Auge fällt. Man bleibt bey dieſer Bedeutung des Worts blos bey dem ſtehen, was das Auge wirklich darſtellt, ohne im Geringſten auf das zu ſehen, was die Seele über dieſe Darſtellung urtheilt. Die ins Auge kommenden Lichtſtralen SO und TO machen es zwar dem Zuſchauer

fühlbar, daß der Punkt S nach der Richtung OS, der Punkt T nach der Richtung OT vom Auge abliege; ſie belehren ihn aber nicht darüber, wie weit jeder dieſer Punkte vom Auge entfernt ſey: denn der Lichtſtral, der jezt aus T kömmt, würde das Auge eben ſo rühren, und eben ſo auf daſſelbe wirken, wenn er aus t käme; wir erhalten alſo aus der optiſchen Darſtellung, oder aus dem bloßen Anblicke, keine Belehrung darüber, ob der Gegenſtand in T oder t liege. Alles, was uns der Anblick unmittelbar zeigt, beſteht blos darinn, daß die Richtung OS eine andere ſey, als OT, und da der Unterſchied beyder Richtungen den Winkel SOT ausmacht, ſo iſt dieſer Winkel das einzige, wovon uns der bloße Anblick der Gegenſtände S und T, in Abſicht auf ihre Lage gegen einander, Nachricht geben kan, wenn wir alle aus andern Umſtänden gezognen Urtheile der Seele über dieſen Anblick bey Seite ſetzen.

So heißt in der Sternkunde ſcheinbarer Abſtand zweener Geſtirne oder Punkte des Himmels der Winkel, welchen die nach beyden gezognen Linien am Auge mit einander machen: oder der zwiſchen beyden Punkten enthaltene Bogen eines größten Kreiſes der Himmelskugel, welcher das Maaß des genannten Winkels iſt. Dieſe Bogen oder Winkel werden durch die aſtronomiſchen Werkzeuge, wie Winkel in der Geometrie, gemeſſen.

Wir üben uns aber von Jugend auf, durch Vergleichung des Geſichts mit dem Gefühl, und durch andere Mittel, aus dem, was uns das Auge darſtellt, Urtheile über die wahren und eigentlichen Lagen der Gegenſtände zu fällen. Durch dieſe Uebung erlangen wir eine Fertigkeit in dergleichen Urtheilen, welche in den gewöhnlichen Fällen, und bey Gegenſtänden, die ſich nahe um uns her befinden, faſt immer richtig genug ſind. Dieſe Urtheile fällen wir nun, ſo oft wir Dinge ſehen, ohne uns ihrer mit Deutlichkeit bewußt zu ſeyn, und ſie verweben ſich ſo innig mit dem Sehen ſelbſt, daß wir die reine optiſche Darſtellung nicht mehr von dem über ſie gefällten Urtheile unterſcheiden, und das zu ſehen glauben, was wir in der That doch blos aus dem Geſehenen ſchließen. Weil nun in

ungewöhnlichen Fällen dieſe Urtheile, die wir nach den Regeln der gewöhnlichen Fälle abfaſſen, unmöglich richtig ſeyn können, ſo ſchließen wir alsdann falſch, ob wir gleich richtig ſehen, ſ. Geſichtsbetrug.

So werden wir ſelten zween Gegenſtände erblicken, ohne zugleich mit dem Anblicke ſelbſt ein Urtheil über ihren wahren Abſtand von einander zu fällen. Die Größe, welche wir dieſem Urtheile gemäß ihrem wahren Abſtande zuſchreiben, heißt ebenfalls **ſcheinbarer Abſtand**, aber in einer ganz andern Bedeutung des Worts. Hiebey kömmt es außer dem optiſchen Winkel zugleich auf mehrere Umſtände an, welche die Seele bey der Beurtheilung des Geſehenen zu Hülfe nimmt.

Um beyde Bedeutungen dieſes Worts durch ein Beyſpiel zu erläutern, ſtelle man ſich unter den Gegenſtänden S und T zween in weiter Entfernung geſehene Kirchthürme vor. Der Winkel SOT ſey ſehr klein, z. B. 15 Minuten. Findet nun der Zuſchauer in allem dem, was er ſieht, nichts, woraus er ſchließen könnte, T ſey weiter von ihm entfernt, als S, ſo wird er ganz natürlich beyde für gleich weit halten, und ſchließen, daß ſie zu einerley Dorfe gehören, oder auf einer und ebenderſelben Kirche ſtehen, ob ſie gleich in der That ſehr weit von einander liegen. Der **ſcheinbare Abſtand** beyder Thürme iſt in der erſten Bedeutung des Worts 15 Minuten, in der zweyten vielleicht wenige Ellen. Man ſieht hieraus bald, daß im erſten Falle etwas Beſtimmtes, im zweyten etwas Ungewiſſes ausgedrükt wird, das von Urtheilen abhängt, die bald ſo, bald anders, bald richtig, bald falſch ausfallen.

Den Hauptgegenſtand dieſes Artikels aber macht dasjenige aus, was mit dem Namen der ſcheinbaren Entfernung eines Gegenſtands **von uns ſelbſt**, oder von unſerm Auge belegt zu werden pflegt. Wir ſind ſo ſehr gewöhnt, das Sehen mit Urtheilen zu begleiten, daß wir nicht leicht einen Gegenſtand erblicken werden, ohne ihn in eine gewiſſe Entfernung von unſerm Auge zu ſetzen, d. h. ohne ein Urtheil über ſeinen Abſtand von uns zu fällen, obgleich der von ihm ins Auge kommende Lichtſtral uns gar

keine Belehrung über dieſe Entfernung geben kan. Hiebey läßt ſich auch an keinen optiſchen Winkel denken, weil die Rede nur von einem einzigen Gegenſtande iſt, und es kömmt alſo dieſe ſcheinbare Entfernung lediglich auf Urtheil oder Schätzung an.

Der von Cheſelden am Stahr operirte Blindgebohrne (Philoſ. Trans. no. 402. und Smith's Lehrbegrif der Optik, durch Käſtner, S. 40.) wußte beym erſten Sehen ſo wenig von den Entfernungen zu urtheilen, daß er ſich einbildete, alle Sachen, die er ſähe, berührten ſeine Augen, wie das, was er fühlte, ſeine Haut. Man ſieht hieraus, daß der Menſch ſehen lernen, oder vielmehr über das Geſehene urtheilen lernen müſſe, indem er die Empfindungen des Geſichts mit denen des Gefühls vergleicht, und ſo erſt durch fortgeſetzte Erfahrungen in Stand geſetzt wird, aus dem Anblicke der Dinge auf ihre Stellen, Geſtalten, Größen, Entfernungen u. ſ. w. zu ſchließen. Wir lernen dies in den erſten Jahren der Kindheit und frühſten Jugend, faſt eben ſo, wie die Sprache; denn das Auge ſtellt uns die Dinge nicht durch Bilder dar, die mit ihnen weſentliche Aehnlichkeit oder Identität haben, ſondern es giebt uns Zeichen, deren Bedeutungen wir erſt durch Erfahrung und Gewohnheit kennen lernen. Durch dieſe Uebungen entſteht in uns auf Lebenszeit eine Fertigkeit, welche man das Augenmaaß nennt, vermöge welcher wir nach gewiſſen Regeln und aus mancherley zuſammengenommenen Umſtänden, von dem, was wir ſehen, ſehr ſchnell auf die Stellen, Größen und Entfernungen der Dinge ſchließen.

Demnach iſt ſcheinbare Entfernung einer Sache von uns, in ſofern wir ſolche durch das Geſicht zu empfinden glauben, nichts anders, als die Vorſtellung einer wirklichen Entfernung, die in uns vermöge des Augenmaaßes, nach gewiſſen gewohnten Regeln, aus mancherley zuſammengenommenen Umſtänden entſteht.

Wir ſind uns dieſer Umſtände, welche in das Urtheil über die Entfernung der Dinge von uns Einfluß haben, ſelten deutlich bewußt. Es iſt auch gewiß, daß bey dieſer

Schätzung der Entfernungen ein Menſch mehr auf dieſen, ein andrer mehr auf jenen Umſtand ſieht, und überhaupt nicht alle auf einerley Art und nach einerley Regeln urtheilen. Weil nun die Vorſtellung der Entfernung Einfluß auf die Vorſtellung der Größe hat, ſo entſteht daher die ungemeine Verſchiedenheit der Urtheile, welche die Menſchen dem Augenmaaße nach über die Größen entfernter Dinge fällen, ſ. **Größe, ſcheinbare.**

Ich werde nun noch die Umſtände, durch welche das Urtheil der Seele über die Entfernungen beſtimmt wird, ſo viel möglich, aufzählen, und die Meynungen der Optiker über die Mittel, Entfernungen zu ſchätzen, vortragen.

Kepler (Paralip. ad Vitell. p. 62.) äußert ſchon den ſehr richtigen Gedanken, die Entfernung der beyden Augen von einander ſey gleichſam die Grundlinie, deren man ſich zu Meſſung mittelmäßiger Entfernungen bediene. Wer nemlich einen Gegenſtand betrachtet, richtet die Axen beyder Augen auf denſelben, und es iſt klar, daß er hiebey die Augen mehr einwärts wenden und mehr zuſammenlenken muß, wenn der Gegenſtand näher, als wenn er entfernter iſt. Die Erfahrung hat uns gelehrt, wie weit wir nach einem Gegenſtande die Hand auszuſtrecken oder zu gehen haben, wenn, um ihn genau zu betrachten, dieſe oder jene beſtimmte Zuſammenlenkung der Augenaxen nöthig iſt. Dies trägt allerdings etwas zu dem Urtheile über geringe Entfernungen bey: für größere aber ändert ſich die Richtung der Augenaxen zu wenig, wenn ſich gleich die Entfernung ſehr ſtark ändert, und es kan alſo hieraus nichts mehr geſchloſſen werden.

Um aber zu erklären, wie man auch mit einem Auge Entfernungen ſchätzen könne, ſetzt **Kepler** (ebend. p. 63. 65. 66.) hinzu, ein Auge lerne dieſe Art zu meſſen von beyden Augen, und ſo nehme man bey verhältnißmäßig kleinern Entfernungen die Breite des Augenſterns zur Grundlinie an. Seine Meynung ſcheint nemlich dieſe zu ſeyn, daß der Ort, in welchen man einen Punkt ſetzt, dahin falle, wo ſich die in beyde Augen kommenden Lichtſtralen durchſchneiden, und bey einem Auge dahin, wo ſich die

auf den Augenſtern fallenden Stralen ſchneiden (in verticem coni luminoſi), welche Aeußerung Keplers bereits bey dem Worte: **Bild**, angeführt worden iſt. Er ſetzt noch hinzu, daß der ſtärkere oder ſchwächere Grad des Lichts die Schätzung der Entfernungen befördern helfe.

Descartes (Dioptr. p. 68. 69. und De homine, p. 66—71) erläutert die natürliche Methode, die Lage und Entfernung der Gegenſtände durch die Richtung der Augenaxen zu beurtheilen, durch eine Vergleichung mit der Art, wie ein Blinder von der Entfernung einer Sache vermittelſt zweener Stäbe, ſelbſt von unbekannter Länge, urtheilet, wenn er dieſe Stäbe in beyden Händen hält. Er ſetzt hinzu, bey veränderter Entfernung des betrachteten Gegenſtands, ändere ſich die Figur der Kryſtallinſe, vielleicht auch des ganzen Auges, und damit zugleich eines Theiles vom Gehirn, wodurch die Seele die Entfernungen zu ſchätzen wiſſe. Aber, ſagt er, die Methoden, von den Entfernungen zu urtheilen, ſind unſicher und in enge Grenzen eingeſchränkt; die Veränderung in der Figur des Auges dienet nur in Weiten von 3—4 Fuß, und die Richtung der Augenaxen hilft in Entfernungen über 20 Fuß auch nicht mehr. Weil bey großen Entfernungen der Winkel der Augenaxen ſich nicht mehr merklich verändere, ſo könne man ſich keine Entfernungen über 100—200 Fuß vorſtellen.

Smith hat ſich im Lehrbegriffe der Optik (der deutſchen Ausgabe, S. 45 u. f.) bemüht, das Urtheil über die Entfernungen der Dinge lediglich von ihrer ſcheinbaren Größe herzuleiten, worunter er hier den Sehewinkel verſteht, ſ. **Größe, ſcheinbare.** „Da uns die Erfahrung „gelehrt hat, ſagt er, daß gewiſſe ſcheinbare Größen eines „bekannten Körpers beſtändig mit gewiſſen Entfernungen „verbunden ſind, ſo erreget die Empfindung der Größe ei„nes Körpers alſobald die Vorſtellung ſeines Abſtandes.— „Die Begriffe veränderlicher Entfernungen müſſen durch „gewiſſe veränderliche Empfindungen erregt werden.— „Indem ſich aber die wirkliche Entfernung einer Sache „verändert, ſo verändert ſich im Bilde nichts, als deſſen

„Größe; denn Geſtalt, Farbe, Helligkeit und Deutlich„keit bleiben in den meiſten Fällen faſt einerley.“ Nach dieſer Theorie müßte die ſcheinbare Entfernung in eben dem Verhältniſſe zunehmen, in welchem die ſcheinbare Größe abnimmt, und umgekehrt.

Es iſt aber eine ganz falſche Behauptung, daß man von der Entfernung der Dinge blos nach dem Sehewinkel urtheile. Sie widerſpricht der Erfahrung in den gemeinſten Fällen. Wenn das Auge etwas durch ein Mikroſkop betrachtet, wobey der Sehewinkel ungemein vergrößert wird, ſo ſollte nach dieſer Theorie die Entfernung der Sache vom Auge in eben dem Maaße verkleinert ſcheinen, welches doch gar nicht geſchieht. Es iſt auch bekannt, daß durch ein Hohlglas alles kleiner und zugleich näher erſcheint, als dem bloßen Auge: ſtatt daß nach Smith aus der Verkleinerung ein größerer ſcheinbarer Abſtand erfolgen ſollte. Wenn man ein auf beyden Seiten erhabnes Glas ſo gegen eine Lichtflamme hält, daß dieſe ſich darinn ſpiegelt, ſo erblickt man zwo Bilder, ein aufrechtes, das von der Vorderfläche des Glaſes zurückgeworfen wird, und ein umgekehrtes von der Hinterfläche. Wird das Glas ein wenig vom Lichte entfernt, ſo wird das umgekehrte Bild kleiner, als das andere, werden aber dennoch näher ſcheinen, welches offenbar gegen Smiths Behauptung ſtreitet.

Vielmehr verbinden ſich bey dem Urtheile über die Entfernungen mehrere Umſtände mit einander. De la Hire (Accidens de la vue, in den Mém. de Paris 1694.) hat dies ſchon bemerkt, und fünf Stücke angegeben, auf welche dieſes Urtheil ſich gründe, die ſcheinbare Größe, die Helligkeit der Farbe, die Richtung beyder Augenaxen, die Parallaxe oder veränderte Lage der Gegenſtände bey bewegtem Auge, und die Deutlichkeit der kleinen Theile. Die Maler, ſagt er, haben nur die beyden erſten Stükken in ihrer Gewalt, bey den Theaterverzierungen aber, wo Theile des Gemäldes wirklich in verſchiedene Entfernungen vom Auge geſtellt werden, können ſie ſich die vier erſten zu Nutze machen. Daher iſt die Täuſchung bey dergleichen Decorationen ſehr lebhaft.

Am deutlichſten ſind die Umſtände, welche ſich in das Urtheil der Seele über die Entfernungen einmiſchen, von D. Porterfield (Treatiſe on the eye, Edinburg 1759. II. Vol. 8. im Vol. II. p. 387. u. f.) aus einander geſetzt worden. Prieſtley giebt in der Geſchichte der Optik einen Auszug aus Porterfields Bemerkungen, von welchem ich hier das Vornehmſte mittheilen will.

Das erſte Mittel, deſſen ſich die Seele bedienet, die Entfernung einer Sache zu ſchätzen, iſt nach ihm die Einrichtung, welche das Auge annehmen muß, um auf verſchiedene Entfernungen deutlich zu ſehen. Dieſe Einrichtung beſtehe nun, worinn ſie wolle, ſ. Auge, ſo ſcheint es doch, daß die Seele ſich der dazu nöthigen Bemühungen bewußt, und dadurch im Stande iſt, ſelbſt mit einem Auge allein Entfernungen zu ſchätzen. Dieſes Mittel findet aber nur für geringe Entfernungen ſtatt, die innerhalb der Grenzen des deutlichen Sehens liegen, obgleich ſelbſt über dieſe Grenzen hinaus der Grad der Deutlichkeit, den man bey der ſtärkſten Anſtrengung des Auges erreichen kan, vielleicht noch ein Mittel abgiebt, die Entfernung des Gegenſtands zu beurtheilen. Wird aber endlich die Entfernung ſo groß, daß die Größe des Augenſterns dagegen nicht mehr in Vergleichung kömmt, ſo wird man alle auf das Auge fallende Stralen als parallel anſehen können, und die Deutlichkeit des geſehenen Bildes wird ſich nicht mehr ändern, ſo ſtark auch die Entfernung weiterfort zunehmen mag.

Ein zweytes und allgemeineres Mittel giebt der Winkel der beyden Augenaxen. Die Augen ſind gleichſam zween Standpunkte, aus welchen man die Entfernung aufnimmt darum fehlen Einäugige ſo oft, wenn ſie Getränk in ein Glas gießen, eine Nadel einfädeln wollen u. dgl. Man hänge einen Ring an einem Faden auf, ſtelle ſich 2—3 Schritte davon mit dem Geſichte gegen die ſchmale Fläche deſſelben gekehrt, und verſuche mit einem am Ende gekrümmten Stabe durch die Oeffnung des Rings zu fahren. Sind beyde Augen offen, ſo wird dies leicht ſeyn; ſchließt man aber das eine, ſo wird man ſelten treffen. Uebrigens hilft dieſes Mittel auch nur bis auf Weiten, gegen welche

die Standlinie, oder der Abſtand beyder Augen noch in Vergleichung kömmt, etwa bis 120 Fuß.

Das dritte Hülfsmittel beſteht in der ſcheinbaren Größe der Gegenſtände. Smith nahm es für das einzige an. Von der ſcheinbaren Größe aber ſchließen wir auf die Entfernung nur in dem Falle, wenn uns die wahre Größe der Sache aus Erfahrung bekannt iſt; denn ſonſt läßt ſich von einem aufs andere gar kein Schluß machen. Daher können wir aus den ſcheinbaren Größen der Sonne, des Monds und der Sterne beym bloßen Anblicke nichts über ihre Entfernung ſchließen; weil uns der Begrif ihrer wahren Größe fehlt, ſcheinen ſie uns gleich weit entfernt. Irdiſche Gegenſtände von ungewöhnlicher Größe, z. B. hohe Berge, ſcheinen uns immer näher, als ſie wirklich ſind, weil wir ihre wahre Größe zu klein ſchätzen, und ihnen daher wegen des großen Sehewinkels eine zu geringe Entfernung zuſchreiben.

Als das vierte Hülfsmittel, Entfernungen zu ſchätzen, giebt Porterfield die Helligkeit und Lebhaftigkeit der Farben an. Wenn wir wiſſen, daß zween Gegenſtände einerley Farbe haben, und uns doch einer derſelben heller und lebhafter, als der andere, erſcheint, ſo werden wir die hellere Farbe für die nähere halten. Man darf hiebey nicht auf diejenige Schwächung des Lichts und der Farben ſehen, welche aus der Divergenz der Lichtſtralen entſteht, und ſich nach dem Quadrate der Entfernung richtet; denn, obgleich das Licht in der doppelten Entfernung viermal ſchwächer wird, ſo wird doch auch zugleich das Bild des Gegenſtandes im Auge viermal kleiner, und die Farbenſtralen vereinigen ſich in einen viermal kleinern Platz auf der Netzhaut: da es nun hiebey blos auf die Wirkung des Lichts ins Auge ankömmt, ſo wird dadurch die gedachte Schwächung des Lichts völlig wieder aufgehoben. Man hat alſo blos diejenige Schwächung des Lichts zu betrachten, welche durch den Verluſt beym Durchgange durch die Luft verurſachet wird. Je weiter die Gegenſtände von uns ab liegen, deſto bläſſer ſehen ſie aus, und deſto mehr nehmen ſie von der blauen Farbe an, welche der Luft in großen Maſſen eigen

iſt. Daher ſcheinen uns helle Körper unter gleichen Umſtänden näher, als dunkle. Ein Zimmer ſcheint kleiner, wenn die Wände friſch geweißet, und die Berge ſcheinen näher, wenn ſie mit Schnee bedeckt ſind. Aus eben dem Grunde ſcheinen bey neblichtem Wetter die Gegenſtände entfernter, als bey hellem u. ſ. w. Hierauf gründet ſich auch die Luftperſpectiv der Maler.

Das fünfte Hülfsmittel beſteht in dem verſchiedenen Anſehen der kleinen Theile der Gegenſtände. Erſcheinen dieſe deutlich, ſo halten wir die Sache für nahe; ſehen wir ſie aber undeutlich oder gar nicht, ſo ſchätzen wir die Entfernung größer. Denn die kleinen Theile der Gegenſtände werden unter deſto kleinern Winkeln geſehen, je weiter ſie von uns ab liegen, und bey großen Entfernungen werden dieſe Winkel ſo klein, daß ſie gar nicht mehr, oder doch nur ſehr undeutlich, wahrgenommen werden.

Das ſechſte und letzte endlich liegt darinn, daß man nicht eine Sache allein, ſondern auch alle umliegende zugleich mit betrachtet. Sehen wir z. B. einen entlegnen Kirchthurm, ſo erblicken wir gewöhnlich mehrere Felder, Gebäude ꝛc. zwiſchen demſelben und uns, deren Entfernungen wir ſchätzen. Dies veranlaſſet natürlich das Urtheil, daß des Thurms Entfernung noch größer, als die geſchätzte Entfernung der Felder ꝛc. ſey. Porterfield vergleicht dieſe Art, Entfernungen zu bemerken, ſehr richtig mit der Vorſtellung, die wir uns von der ſeit einer gewiſſen Epoche unſers Lebens verfloſſenen Zeit machen. Wir urtheilen nemlich, daß ſeit dieſer Epoche eine lange Zeit verfloſſen ſey, wenn wir uns ſeit derſelben vieler Gedanken und Handlungen, auch nur dunkel, erinnern; und wie dieſe dunkle Erinnerung eigentlich mit der Vorſtellung einer langen Zeit ganz einerley iſt, ſo iſt die dunkle Vorſtellung vieler zwiſchenliegenden Dinge mit dem Begrif einer großen Entfernung einerley.

Je mehr der Zwiſchenraum von dem Auge bis an den Gegenſtand in kleine ſich von einander unterſcheidende Theile abgetheilt iſt, deſto größer wird er uns vorkommen. Darum ſcheinen Entfernungen auf ebnen Flächen größer,

als auf unebnen, wo die Hügel einen Theil der zwiſchenliegen den Dinge verdecken. Darum kömmt es uns auch vor, als ob das ſcheinbare blaue Gewölbe des Himmels gegen den Horizont hin weit entfernter, gegen den Scheitelpunkt zu weit näher läge; weil wir gewohnt ſind, gegen den Horizont hin zwiſchen uns und dem Himmel ſehr viele, gegen das Zenith zu aber gar keine Gegenſtände zu ſehen. Dieſe Vorſtellung der größern Entfernung des Horizonts bleibt uns noch immer gegenwärtig, wenn uns gleich die Ausſicht auf die zwiſchenliegenden Dinge durch ein Gebäude u. dgl. abgeſchnitten iſt. Wir wiſſen einmal, daß nach dieſer Seite hin eine Menge Gegenſtände da ſind, die wir ſehen würden, wenn kein Hinderniß im Wege ſtünde. Die dunkle Vorſtellung hievon, an die wir von Jugend auf gewöhnt ſind, miſcht ſich in das Urtheil über die Entfernung ein, oder macht vielmehr in dieſem Falle ſelbſt die Vorſtellung einer größern Entfernung aus.

Dies macht, daß uns der Himmel nicht als eine Halbkugel, ſondern als ein Gewölbe von einer ganz eignen Krümmung erſcheint. Smith hat durch ein Mittel aus mehrern Beobachtungen gefunden, daß die ſcheinbare Entfernung des Horizonts 3—4mal größer ſey, als die des Scheitelpunkts. Herr Folkes, dem Smith dieſe Bemerkung mittheilte, erinnerte dabey, daß ihm der Himmel oft die Krümmung einer Muſchellinie zu haben geſchienen hätte, worinn ihm Smith auch Beyfall giebt. Lambert (Anmerk. und Zuſätze zur prakt. Geometr. §. 60—78, in den Beyträgen zum Gebrauch der Math. I. Band) ſtellt Unterſuchungen über die Punkte des Himmels an, welche gerade über beſtimmten Punkten der Erde zu liegen ſcheinen, und findet Reſultate, die auf etwas ähnliches zu führen ſcheinen.

Aus eben den Gründen müſſen uns auch alle übrige Gegenſtände, unter gleichen Umſtänden, entfernter ſcheinen, wenn ſie in der Ebne gegen den Horizont zu, als wenn ſie in der Höhe, oder auch von einer Höhe, z. B. von einem Thurme herab, geſehen werden.

So mannigfaltig ſind die Umſtände, auf welche ſich das Urtheil über die Entfernungen der Gegenſtände gründet. Vielleicht ließen ſich ſogar noch mehrere hinzuſetzen. So führt Herr Klügel in Prieſtley's Geſchichte der Optik an, daß wir hiebey auch die ſcheinbare Lage der Linien, welche durch die obere und untere Grenze der Sache gehen, ſowohl gegen einander, als gegen uns ſelbſt, zu Hülfe nehmen, weil wir aus Erfahrung wiſſen, wie dieſe Linien ſich darzuſtellen pflegen. Es kan auch nicht fehlen, daß nicht ein Menſch ſich mehr auf dieſen, ein anderer mehr auf jenen Umſtand zu merken gewöhnen ſollte, daher denn die Urtheile mehrerer Perſonen über die ſcheinbaren Entfernungen der Dinge nothwendig verſchieden ausfallen müſſen. Was dies für beträchtliche Einflüſſe auf die Schätzung der Größen, Geſtalten, Richtungen 2c. habe, wird bey den Worten: **Geſichtsbetrüge, Größe, ſcheinbare,** durch Beyſpiele erläutert werden.

Prieſtley Geſchichte der Optik, durch Klügel, an mehrern Stellen.

Briſſon Dict. raiſ. de phyſique, art. *Diſtance apparente.*

Entfernung einer Kraft vom Ruhepunkte, Diſtantia ab hypomochlio, *Diſtance d'une force.* So heißt in der Mechanik die Größe des aus dem Ruhepunkte auf die Richtungslinie einer Kraft gefällten Perpendikels. Wenn z. B. am Hebel ACB (Taf. VII. Fig. 130.) die Kraft L nach der Richtung BL zieht, ſo heißt das aus dem Ruhepunkte C auf die Linie LBD gefällte Perpendikel CD, die **Entfernung der Kraft** L. Zieht die Kraft, wie K, am Hebel ſenkrecht, ſo iſt der Arm des Hebels CA ſelbſt dieſes Perpendikel, und drückt die Entfernung der Kraft K vom Ruhepunkte aus.

Es iſt ein allgemeiner Lehrſatz der Mechanik, daß Kräfte an Maſchinen um ſo viel mehr vermögen, je ſtärker ſie ſind, und je größer ihre Entfernung vom Ruhepunkte iſt.

Entladung, ſ. Leidner Flaſche.

Entzündbare Luft, ſ. Gas, brennbares.

Epakten, Epactae, *Epactes.* So nennt man in der Chronologie diejenigen Zahlen, welche für ein jedes Jahr das Mondalter am Neujahrstage angeben, oder welche anzeigen, um wie viel Tage der letzte Neumond vor dem Anfange des Jahres vorhergegangen ſey. Für das Jahr 1787 z. B. iſt die Epakte XI, weil der letzte Neumond des Jahres 1786 auf den 20 December fällt, und alſo beym Anfange des neuen Jahres das Mondalter 11 Tage und einige Stunden beträgt. Fällt der Neumond auf den erſten Jänner ſelbſt, wie 1786, ſo iſt die Epakte für daſſelbe Jahr 0, oder, wie es gemeiniglich bezeichnet wird, ✳.

Man pflegt in dem gregorianiſchen Kalender (ſ. Kalender) die Zahlen von XXX (welches hiebey mit 0 oder ✳ einerley iſt) bis I, in umgekehrter Ordnung neben die Tage des Jahres zu ſchreiben, ſo daß der erſte Jänner ✳, der zweyte XXIX, der dritte XXVIII u. ſ. w. neben ſich hat, und wenn man einmal durch iſt, von neuem angefangen wird. Wenn die Zeit von einem Neumonde zum andern, der **ſynodiſche Monat**, genau 30 Tage betrüge, ſo würde man hiedurch den Vortheil erhalten, daß die Epakte jedes Jahres bey den Tagen ſeiner Neumonde zu ſtehen käme. Im Jahre 1786 z. B., wo die Epakte ✳ iſt, würden alle mit ✳ bezeichnete Tage Neumondstage ſeyn.

Da aber die Dauer des ſynodiſchen Monats nicht 30 Tage, ſondern 29 T. 12 St. 44 Min. beträgt (wofür man anfänglich 29½ Tag annehmen kan), ſo muß man bey dieſem Nebenſchreiben der Zahlen wechſelsweiſe dem erſten Mondwechſel 30, dem zweyten 29 Tage u. ſ. f. beylegen. Man pflegt dies ſo zu thun, daß man beym zweyten, vierten, ſechſten ꝛc. Mondwechſel, die Zahlen XXV und XXIV neben einerley Tag zuſammenſchreibt, wodurch denn dieſe Reihe von Tagen von 30 auf 29 herabgeſetzt wird. So entſteht der immerwährende gregorianiſche Kalender mit den beygeſchriebenen Epakten, wie man ihn in allen chronologiſchen Handbüchern findet. Der Gebrauch dieſer beygeſchriebenen Zahlen iſt folgender. III beym 28 Januar, 26 Febr., 28 März, 26 Apr. u. ſ. w. bedeutet: In den

Jahren, da die Epakte III iſt, fallen die Neumonde auf dieſe Tage.

Dieſem Verfahren gemäß machen die zwölf Mondwechſel des Jahres 6×30 + 6×29 = 354 Tage aus; das Jahr ſelbſt alſo übertrift dieſe zwölf Mondwechſel um 11 Tage. Hieraus iſt eine nothwendige Folge, daß in dem Jahre, welches die Epakte * hat, der letzte Neumond 11 Tage vor dem Ende des Jahres fallen, alſo die Epakte des folgenden Jahres XI ſeyn muß. Eben ſo erhellet, daß des dritten Jahres Epakte XXII, die des vierten XXXIII ſey. Dies letztere heißt: Im Anfange des vierten Jahres iſt der Mond 33 Tage alt. Weil aber am 30ſten dieſer 33 Tage wieder ein Neumond geweſen ſeyn muß, ſo beträgt dieſes Alter ſeit dem letzten Neumonde nur 3 Tage, oder man muß, ſo oft die Epakte über XXX ſteigt, 30 von ihr abziehen. Eben dies erklärt auch, warum XXX ſelbſt durch 0 oder * ausgedrückt werde. Wenn man ſo zur Epakte jedes Jahres 11 hinzuſetzt, und ſo oft es angehet, 30 hinwegnimmt, ſo erhält man für jede 19 auf einander folgende Jahre nachſtehende Tabelle:

Zahl der Jahre	Epakte	Z. d. J.	Epakte	Z. d. J.	Epakte
1	*	7	VI	13	XII
2	XI	8	XVII	14	XXIII
3	XXII	9	XXVIII	15	IV
4	III	10	IX	16	XV
5	XIV	11	XX	17	XXVI
6	XXV	12	I	18	VII
				19	XVIII

Es findet ſich am Ende dieſer Tabelle, daß man, um von XVIII der Epakte des letzten Jahres, auf * oder die Epakte des erſten Jahres unter den 19 folgenden, zu kommen, wenn man 11 addirt hat, nicht, wie ſonſt 30, ſondern nur 29, abziehen müſſe (18 + 11 — 29 = 0). Dieſe Abweichung von der Regel heißt der Sprung der Epakte. Um ſich die Urſache deſſelben zu erklären, muß man bemerken, daß hiebey der metonianiſche Cykel, ſ. Cykel, zum Grunde liegt, nach welchem 19 Sonnen=

jahre 235 Mondwechſeln gleich geſetzt werden. Nun machen 19 Jahre unſers Kalenders (vorausgeſetzt, daß vier Schaltjahre darunter befindlich ſind) 6939 Tage aus, da hingegen die 235 Mondwechſel (wofern in den 15 gemeinen Jahren 6 zu 30 und 6 zu 29 Tagen, in den 4 Schaltjahren aber 7 zu 30 und 5 zu 29 Tagen gerechnet, und darüber noch 7 Monate jeder zu 30 Tagen eingeſchaltet werden ſollten) 15.354 + 4.355 + 7.30 = 6940 Tage betragen würden. Dieſer Unterſchied von einem Tage (der eben auch ſtatt findet, wenn 5 Schaltjahre in dem Cykel vorkommen) macht, daß man unter den 7 eingeſchalteten Monaten einen nur zu 29 Tagen rechnen darf, oder, was eben ſo viel iſt, daß man unter den ſieben Subtractionen der Zahl 30, welche in der Tabelle wegen der ſieben eingeſchalteten Monate nach den Jahren 3, 6, 9, 11, 14, 17, 19 vorfallen, das Einemal ſtatt 30 nur 29 abziehen darf, wenn man anders das angenommene Verhältniß des Sonnenjahrs zum Mondenmonate richtig in Acht nehmen will.

Man findet die Epakte eines jeden Jahres aus der **güldenen Zahl** deſſelben, von welcher man das Wort: **Cykel**, nachſehen kan. Die obige Tabelle zeigt für das jetzige und nächſtkünftige Jahrhundert die Epakten der Jahre, welche 1, 2, 3 u. ſ. f. zur güldenen Zahl haben. Das Jahr 1787 z. B., deſſen güldene Zahl 2 iſt, hat zur Epakte XI, und ſeine Neumonde fallen daher auf diejenigen Tage, welche im gregorianiſchen Kalender mit XI bezeichnet ſind, d. i. auf den 20 Jan., 18 Febr., 20 März u. ſ. f. Auch findet man die Epakte im Reſte der Diviſion, wenn man die um 1 verminderte güldne Zahl mit 11 multiplicirt, und das Product durch 30 theilet.

Man ſieht aber leicht, daß dieſe Beſtimmung der Neumonde nichts Genaues geben könnte, ſelbſt wenn der metonianiſche Cykel vollkommen genau wäre. Da man hiebey nur auf volle Tage rechnet, auf die Stunden gar nicht ſieht, noch weniger die Ungleichheiten des Mondlaufs in Betrachtuug zieht, ſo können die ſo gefundenen Neumonde, welche man die **kirchlichen** nennt, unmöglich ſtets mit den wahren oder **aſtronomiſchen** Neumonden

übereinſtimmen, welche letztern durch keine cykliſche Rechnung, ſondern nur mit Hülfe der aſtronomiſchen Tafeln richtig gefunden werden können.

Der einzige Zweck der Einführung der Epakten war ehedem die Erleichterung der Berechnung des Oſterfeſts, ſ. **Kalender**. Die evangeliſchen Reichsſtände haben bey ihrer im Jahre 1700 gemachten Kalenderverbeſſerung die Epakten mit Recht verworfen, und zur Beſtimmung des Oſtervollmonds unmittelbar die aſtronomiſche Rechnung nach den Rudolphiniſchen Tafeln vorgeſchrieben, daher die beweglichen Feſte des verbeſſerten Kalenders in manchen Jahren von dem gregorianiſchen abweichen. Dagegen iſt die Berechnung des Oſterfeſts durch die Epakten faſt bis zum Spielwerke erleichtert, und die jetzt beträchtlich vom Himmel abweichenden Rudolphiniſchen Tafeln geben mit weit größerer Arbeit auch keine ſonderliche Genauigkeit mehr.

Ephemeriden, aſtronomiſche Jahrbücher, Ephemerides aſtronomicae, *Ephémerides.* Bücher, worinn für eines oder mehrere Jahre die täglichen Stellen der Geſtirne und die Erſcheinungen des Himmels für einen gewiſſen Ort der Erde, aus den aſtronomiſchen Tafeln berechnet, angegeben ſind. Dieſe Ephemeriden dienen Kennern und Liebhabern der Sternkunde zu großer Bequemlichkeit. Sie zeigen die Himmelsbegebenheiten im voraus an, machen aufmerkſam auf manche derſelben, die man ſonſt überſehen hätte, enthalten Reſultate, welche ohne ſie ſehr mühſam hätten berechnet werden müſſen, und wenn ihre Angaben genau und aus guten Tafeln gezogen ſind, ſo kan man ſie in manchen Fällen ſogar als wirkliche Beobachtungen gebrauchen.

Die Kunſt, Ephemeriden zu verfertigen, ſoll nach **Cardan** (De rerum varietate, Lib. XII. c. 59.) mit dem Anfange des funfzehnten Jahrhunderts bekannt geworden ſeyn. **Purbach** und **Regiomontan** haben ſich darum verdient gemacht. Der Letztere hat nach **Weidlers** Nachricht (Hiſt. aſtron. XII. 13. wo ſich W. wieder auf *Rami* Schol. mathem. L. II. p. 65. beruft) zuerſt vollkommnere

Ephemeriden von 1475 bis 1506 herausgegeben. „Rex „Matthias, cui opus dicatum eſt, heißt es beym W., „auctorem donavit aureis octingentis. Opus ipſum a lit„teratis tanto applauſu ſuſceptum, ut ſingula exempla „duodecim aureis venderentur, Hungaris, Italis, Gallis, „Britannis certatim coementibus.“ Auf dieſe folgten nachher des Stöfler, Leovitius, Origanus, Keplers Ephemeriden, zum Theil für die Aſtrologie beſtimmt. Unter den neuern, welche auf mehrere Jahre fortgehen, haben die von Manfredi zu Bologna angefangenen und von Zanotti fortgeſetzten (*Euſtachii Manfredi* ephemerides caeleſtium motuum e tab. Caſini 1715 — 1725, Bononiae 1715. II. To. 4. ferner von 1725 — 1750, Bonon. 1725. 4. *Euſtachii Zanotti* ephemerides cael. motuum 1751 — 1762, Bonon. 1750. 4. ferner von 1763 — 1773. Bon. 1761. 4. und 1774 — 1786, Bonon. 1773. 4.) den gröſten Ruhm erlanget.

Unter denen, welche für jedes Jahr einzeln herauskommen, und eigentliche aſtronomiſche Kalender ſind, hat das höchſte Alter die Connoiſſance des tems, welche mit 1679 von Picard angefangen, und ununterbrochen von Lefevre, Lieutaud, Godin, Maraldi, de la Caille, de la Lande und Jeaurat bis jetzt fortgeſetzt worden iſt. Die ſechs Jahre von 1762 bis 1767 führen durch Hrn. de Lande Veranſtaltung den Titel: Connoiſſance des mouvemens céleſtes. Des P. Hell Wiener Ephemeriden (Ephemerides ad meridianum Viennenſem) fiengen mit 1757 an, und ſind mit ſchönen Abhandlungen begleitet. Der engliſche Schifferkalender (The nautical Almanac and aſtronomical Ephemeris) wird ſeit 1767 unter Herrn Maſkelyne's Aufſicht berechnet. Das berliner aſtronomiſche Jahrbuch (Aſtronomiſches Jahrbuch oder Ephemeriden der K. Preuſs. Acad. d. W.), welches für unſere Gegenden ſehr bequem war, fieng mit 1776 an, und zeichnete ſich durch eine gute Einrichtung und beygefügte vortrefliche Abhandlungen aus. Es hörte aber mit 1782 auf, und Hr. Bode hat ſeitdem angefangen, es abgekürzter unter ſeinem Namen fortzuſetzen (Aſtronomiſches

Jahrbuch von *J. E. Bode*). Auch in Mayland ſind unter der Beſorgung des Abbe Ceſaris Effemeridi aſtronomiche angefangen worden.

Unter den wohlfeilern zeichnet ſich der vormals vom Profeſſor Junius angefangene **leipziger verbeſſerte Calender** aus, welcher einem Liebhaber der Aſtronomie noch immer brauchbare Angaben und Nachrichten um einen äuſſerſt geringen Preis liefert.

Käſtner Anfangsgr. der angew. Math. Zweyte Abtheil. Gött. 1781. 8. Aſtron. §. 344 u. f.

Epicykel, Epicyclus, *Epicycle*. Ein Kreis, deſſen Mittelpunkt in der Peripherie eines andern Kreiſes herumgeht. Man ſetze, der Körper P durchlaufe den Kreis Pp (Taf. VII. Fig. 131.), indem dieſes Kreiſes Mittelpunkt C in der Peripherie eines andern Kreiſes um T, z. B. von C bis D fortgeht, ſo ſagt man: die Bewegung des Körpers P geſchehe in dem Epicykel Pp.

Die **ptolemäiſche** Hypotheſe vom Weltbau, welche bekanntlich die Erde in den Mittelpunkt T ſetzte, und die Planeten in Kreiſen um dieſelbe laufen ließ, erklärte die Ungleichheiten des Planetenlaufs durch ſolche Epicykeln. Es ſtelle z. B. der Kreis CDc die Bahn des Jupiters, Ss die Bahn der Sonne vor, welche beyde die Erde T zum Mittelpunkte haben. Nun iſt bekannt, daß Jupiter, ſo wie alle obere Planeten, am ſchnellſten geht, wenn er bey der Sonne geſehen wird, dann immer langſamer wird, endlich gar **ſtillſteht** und **zurückgeht**, und daß dieſes Zurückgehen den höchſten Grad ſeiner Geſchwindigkeit erreicht, wenn er der Sonne gegenüber geſehen wird. Dieſe ſonderbaren Erſcheinungen würden ſich auf keine Weiſe ungezwungen erklären laſſen, wenn man annähme, daß ſich Jupiter in der Bahn CDc ſelbſt bewegte. Denn da ſolchergeſtalt ſeine Bewegung aus dem Mittelpunkte der Bahn T betrachtet würde, ſo müſte ſein Gang wirklich ſo ſeyn, wie er erſchiene: er müſte in der That bald geſchwinder, bald langſamer, bald vorwärts nach CD, bald rückwärts nach DC gehen. Hievon ließe ſich nun gar keine wahr-

wahrſcheinliche Urſache angeben, noch weniger erklären, warum dies ſo genau von dem Stande gegen die Sonne abhienge.

Die Aſtronomen des Alterthums nahmen daher an, daß der Planet, z. B. Jupiter, durch die Kraft der Sonnenſtralen in dem Epicykel PEpe herumgetrieben werde, deſſen Mittelpunkt C ſich inzwiſchen in der eigentlichen Bahn CDc (Circulus deferens) fortbewege. So ſollte Jupiter den Epicykel PEpe alle Jahre einmal, der Punkt C aber die Bahn CDc ohngefähr in 12 Jahren durchlaufen. Sie ſtellten ſich vor, die Sonne S, deren Bahn um die Erde Ss ſeyn mag, wirke auf den Planeten ſo, daß er in P ſey, wenn die Sonne in S iſt, in p, wenn ſie in s iſt u. ſ. f., damit die Linie TS der Linie CP ſtets parallel bleibe. Hieraus erklären ſich nun die angeführten Erſcheinungen ganz leicht. Stehen nemlich, wie in der Figur, S und P, von T aus geſehen, nach einerley Gegend des Himmels, ſo wird der Planet, indem die Sonne von S nach F geht, im Epicykel von P nach E verſchoben, und zugleich der Punkt C und der Epicykel mit ihm von C gegen D zu fortbewegt. Beyde Bewegungen gehen hier von der Rechten zur Linken, verbinden ſich alſo mit einander, und machen eine ſtarke Bewegung nach dieſer Richtung aus, d. h. der Planet geht ſehr geſchwind nach der Linken, wenn er bey der Sonne geſehen wird. Steht hingegen zu eben der Zeit die Sonne in s, und wird alſo der Planet, welcher dann in p ſtehen muß, von T aus der Sonne gegenüber geſehen, ſo wird er in der Zeit, da die Sonne von s nach f geht, in ſeinem Epicykel von p nach e geſchoben, und obgleich indeſſen der Mittelpunkt C etwas gegen D fortrückt, ſo beträgt doch dies in eben der Zeit nur etwas weniges. Hier verbindet ſich alſo eine ſtarke rückwärtsgehende Bewegung mit einer geringen vorwärtsgehenden, und die Wirkung iſt, daß der Ueberſchuß der rückwärtsgehenden Bewegung geſehen wird, und alſo der Planet zurückzugehen ſcheint, wenn er der Sonne gegenüber ſteht.

Es iſt nicht zu läugnen, daß auf dieſe Art, wenn man die Epicykeln von gehöriger Größe nimmt, die den

Alten bekannten Ungleichheiten des Planetenlaufs **theoriſch** erklärt, ja ſogar voraus berechnet werden können. Und hiemit beſchäftiget ſich vornehmlich das Almageſt des Ptolemäus. Da ſelbſt der Sonnenlauf ungleich iſt, ſo ließ man auch die Sonne in einem Epicykel gehen, doch nach ſolchen Geſetzen, daß nie Rückgang erfolgte. Beym Monde aber nahmen ſchon die Alten ſo mannigfaltige und von einander verſchiedene Ungleichheiten wahr, daß ſie ſich genöthigt ſahen, auf den erſten Epicykel noch einen zweyten zu ſetzen. Wären ihre Werkzeuge ſo fein geweſen, als es die unſrigen ſind, ſo würden ſie gleich uns noch weit mehrere Ungleichheiten am Monde und den Planeten wahrgenommen haben. So wie wir den mittlern Ort des Monds durch 15 Gleichungen berichtigen, um den wahren daraus zu finden, ſo würden ſie vielleicht eben ſo viele Epicykel über einander geſetzt, oder vielmehr eingeſehen haben, daß die ganze Erfindung der Epicykel ein elendes und unzureichendes Flickwerk ſey, welches man auch in neuern Zeiten bald gewahr worden iſt, ſ. **Weltſyſtem.**

Epoche, Epocha, *Epoque.* Ein beſtimmter Zeitpunkt, von welchem man die Jahre oder jede andere Zeit zu rechnen anfängt.

Die Völker haben bey ihren Zeitrechnungen gewöhnlich merkwürdige Begebenheiten ihrer Geſchichte zu Epochen gewählt. So zählten die Römer ihre Jahre von der Erbauung Roms; wir zählen ſie von dem angenommenen Jahre der Geburt Chriſti, die Türken von der Hegira oder Flucht Muhammeds. Dieſe verſchiedenen Zeitrechnungen mit einander zu vergleichen, dient gleichſam als ein allgemeiner Maaßſtab die julianiſche Periode, ſ. **Periode, julianiſche,** in deren 3961ſtes Jahr die Erbauung Roms, in das 4714te die Geburt Chriſti, und in das 5335ſte die Flucht Muhammeds fällt.

In der Sternkunde wird die **Epoche des mittlern Orts** unter die Elemente der Bahn eines Planeten gerechnet, ſ. **Elemente der Bahn.** Man verſteht hierunter den mittlern helioceutriſchen Ort des Planeten für

einen gewiſſen beſtimmten Augenblick, z. B. für den berliner Mittag des Jahres 1750. Weiß man nun zugleich des Planeten mittlere **Geſchwindigkeit**, d. i. um wie viel ſich ſein mittlerer Ort in einer Stunde, einem Tage, einem Jahre u. ſ. w. ändert, ſo kan man aus beyden leicht den mittlern Ort für jede gegebne Zeit beſtimmen. Für den Saturn z. B. giebt die Berliner Sammlung aſtronomiſcher Tafeln (II. Band) die Epochen für den Anfang aller Jahre von 1700 bis 1855 an, und ſtatt der mittlern Geſchwindigkeit finden ſich eigne Tafeln, welche die Größe der Bewegung für alle laufende Monate, Tage, Stunden u. ſ. f. angeben. Es ſey z. B. der mittlere Ort Saturns für 1777 den 19 Januar um Mitternacht, d. i. um 12 Uhr $11\frac{1}{2}$ Min. mittlerer Zeit zu finden, ſo iſt

Epoche 1777, ♄ heliocentr. Länge	6Z	20°	41′	4″
bis 19 Jan. ♄ mittlere Beweg.	—	—	38	10
12 St.	—	—	1	0
$11\frac{1}{2}$ Min	—	—	—	1
geſuchte mittlere Länge	6	21	20	15

Ende des erſten Theils.

Taf. I.

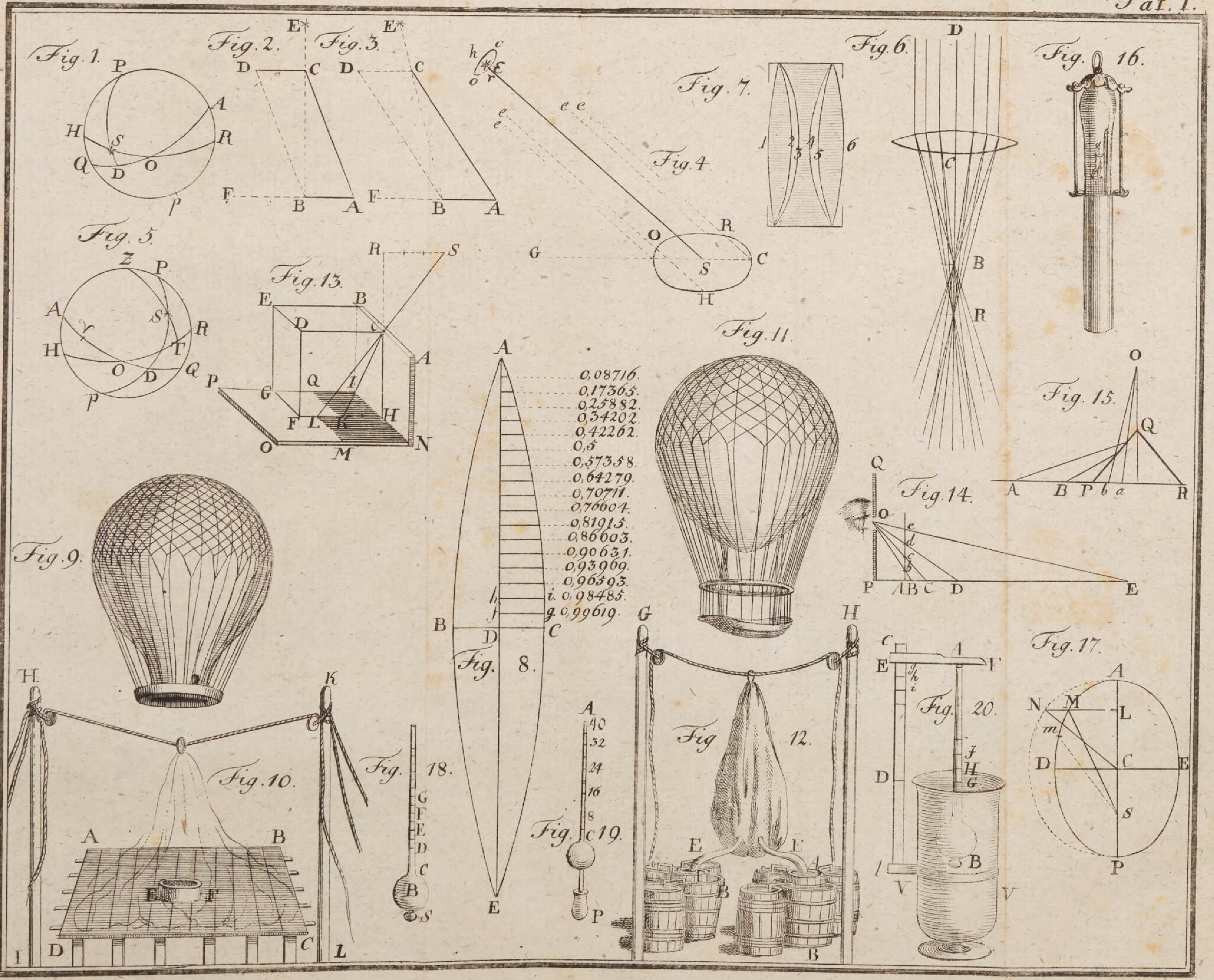


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
0,08716.
0,17365.
0,25882.
0,34202.
0,42262.
0,5
0,57358.
0,64279.
0,70711.
0,76604.
0,81915.
0,86603.
0,90631.
0,93969.
0,96593.
0,98485.
0,99619.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.

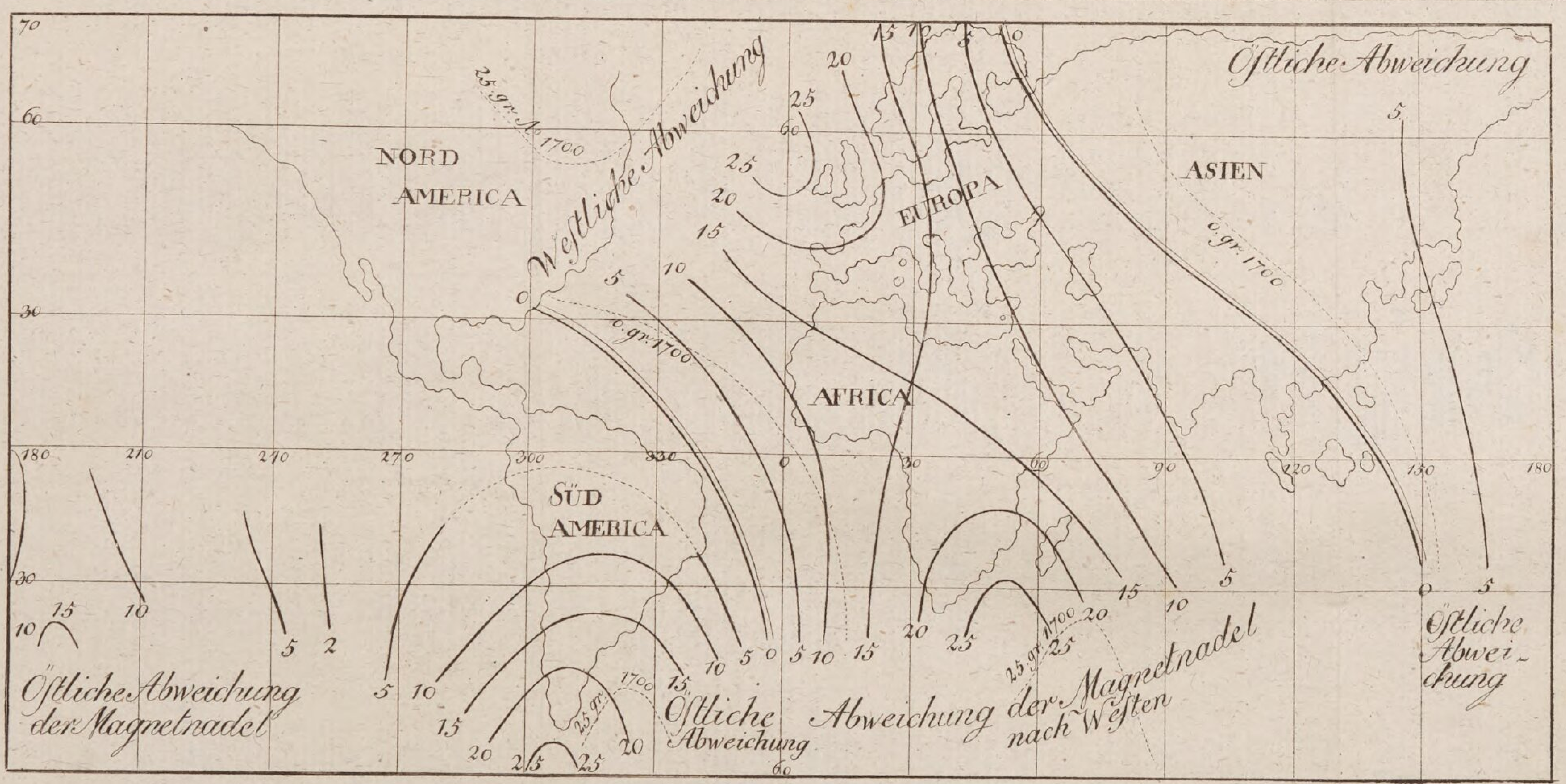


Fig. 28.

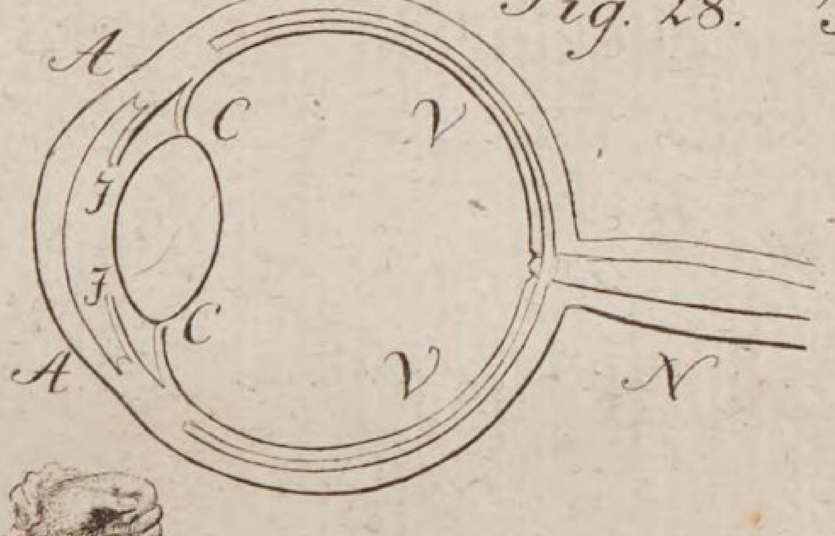


Fig. 22.

Fig. 24.

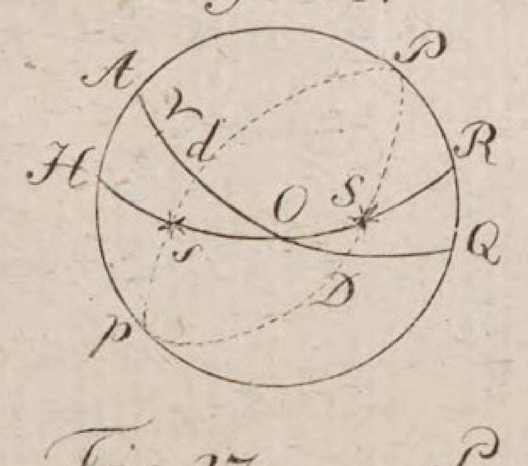


Fig. 25.

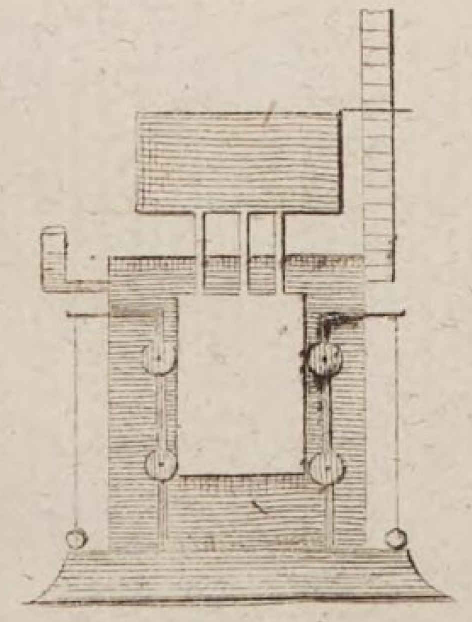


Fig. 26.

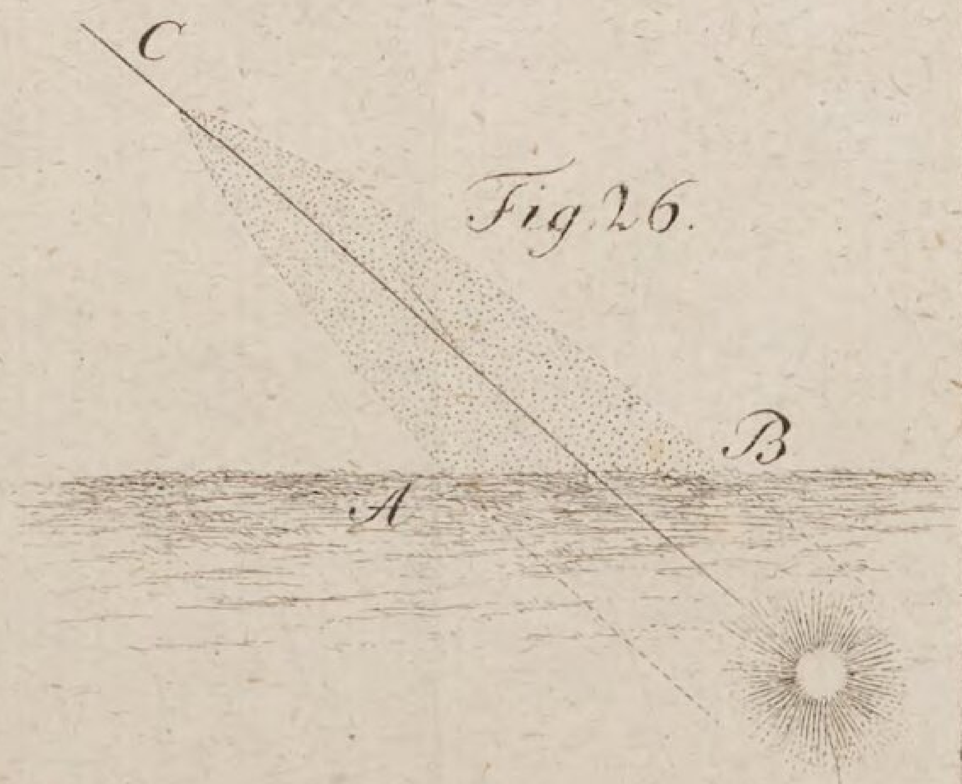


Fig. 21.

Fig. 23.

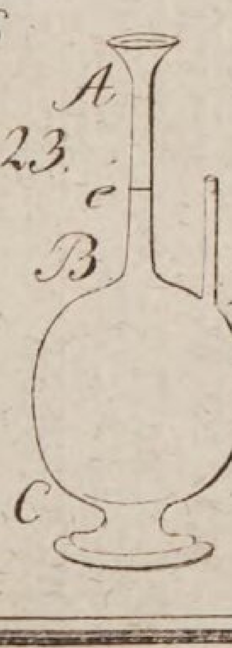
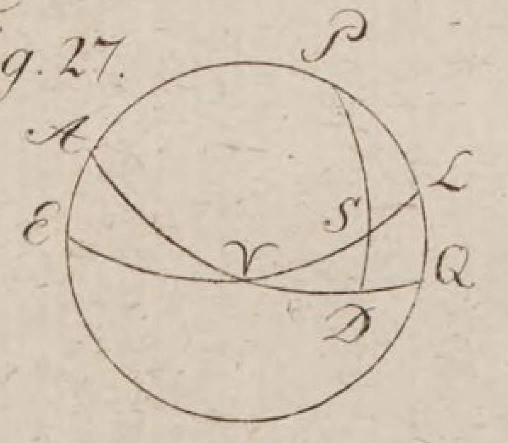


Fig. 27.



T. ſc.

Taf. III.

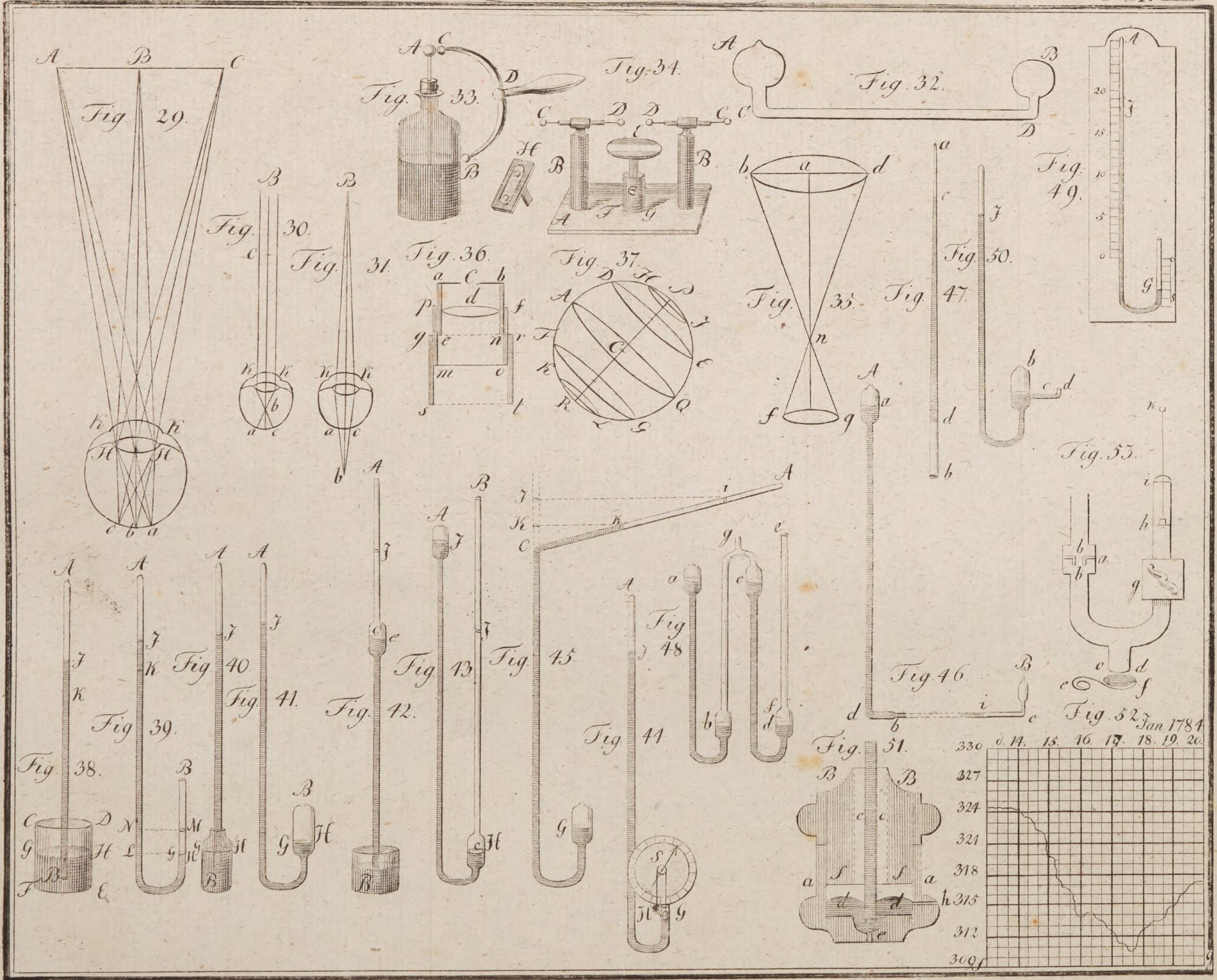


Fig. 29.
Fig. 30.
Fig. 31.
Fig. 32.
Fig. 33.
Fig. 34.
Fig. 35.
Fig. 36.
Fig. 37.
Fig. 38.
Fig. 39.
Fig. 40.
Fig. 41.
Fig. 42.
Fig. 43.
Fig. 44.
Fig. 45.
Fig. 46.
Fig. 47.
Fig. 48.
Fig. 49.
Fig. 50.
Fig. 51.
Fig. 52. Jan 1784.
Fig. 53.

T. fc.

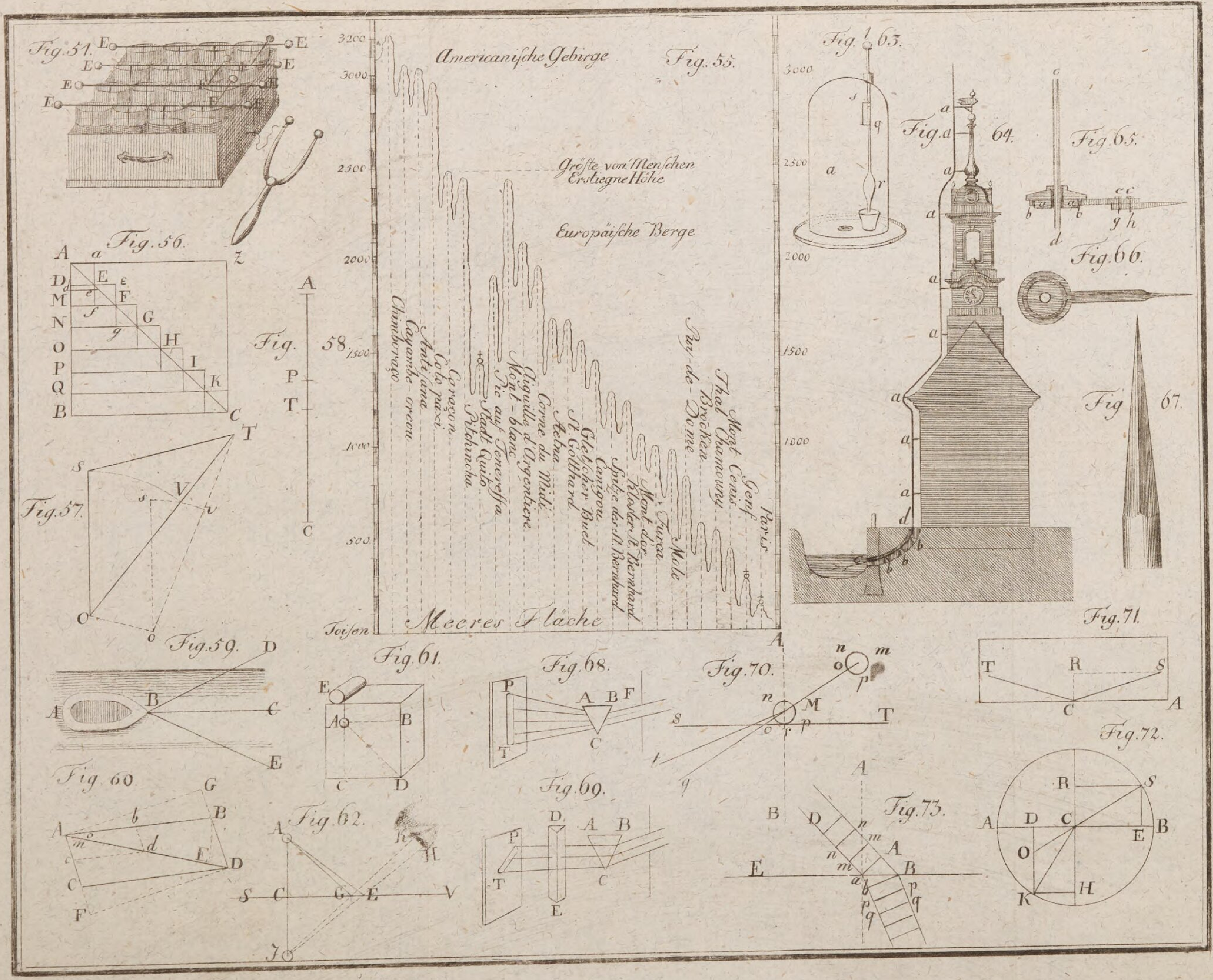


Fig. 51.
Fig. 55.
Americanische Gebirge
Gröſte von Menschen Erstiegne Höhe
Europäische Berge
Meeres Fläche
Toiſen
Fig. 56.
Fig. 57.
Fig. 58.
Fig. 59.
Fig. 60.
Fig. 61.
Fig. 62.
Fig. 63.
Fig. 64.
Fig. 65.
Fig. 66.
Fig. 67.
Fig. 68.
Fig. 69.
Fig. 70.
Fig. 71.
Fig. 72.
Fig. 73.

Taf. V.

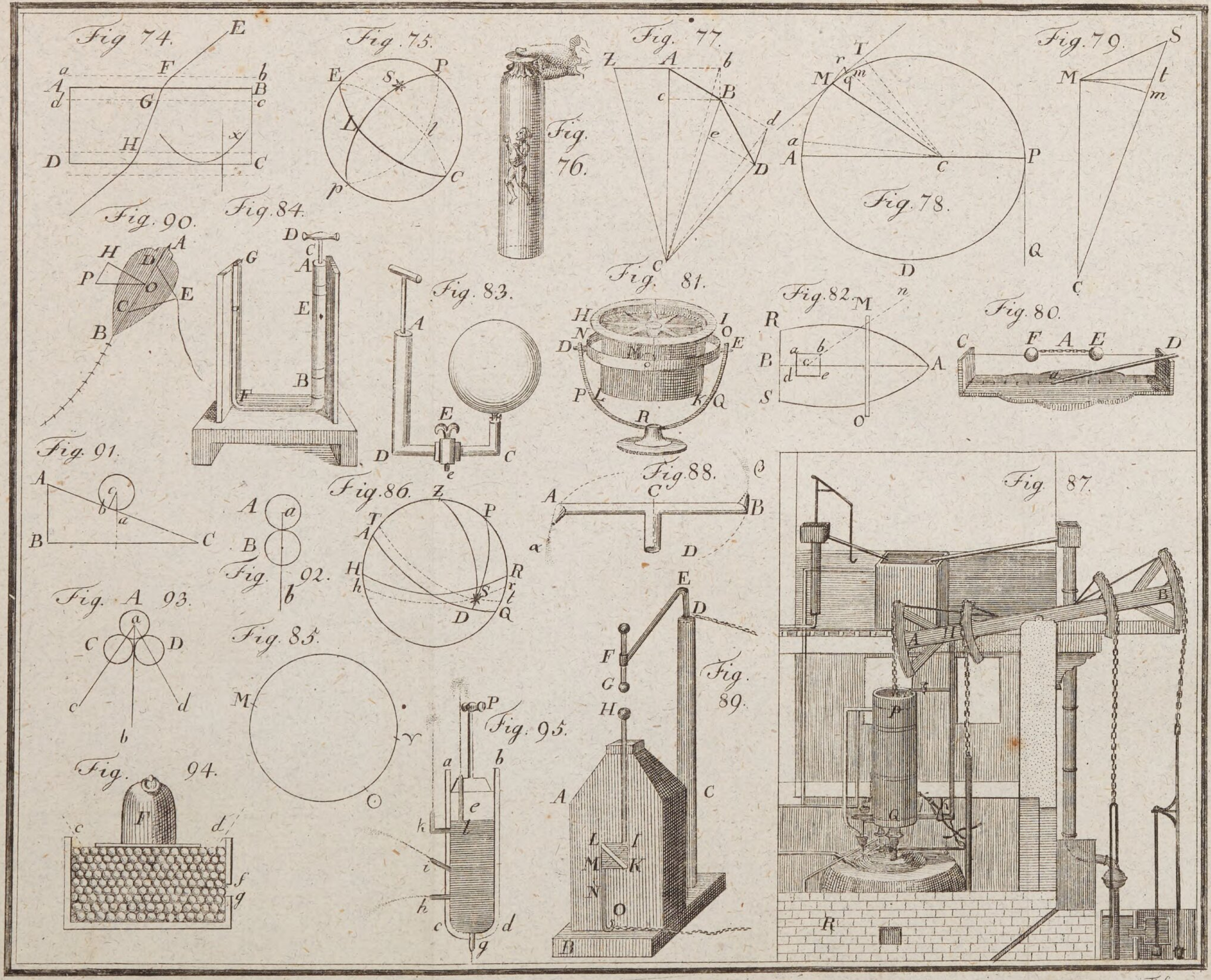


Fig. 74.
Fig. 75.
Fig. 76.
Fig. 77.
Fig. 78.
Fig. 79.
Fig. 90.
Fig. 84.
Fig. 83.
Fig. 81.
Fig. 82.
Fig. 80.
Fig. 91.
Fig. 86.
Fig. 88.
Fig. 87.
Fig. 92.
Fig. 93.
Fig. 85.
Fig. 89.
Fig. 95.
Fig. 94.

T f

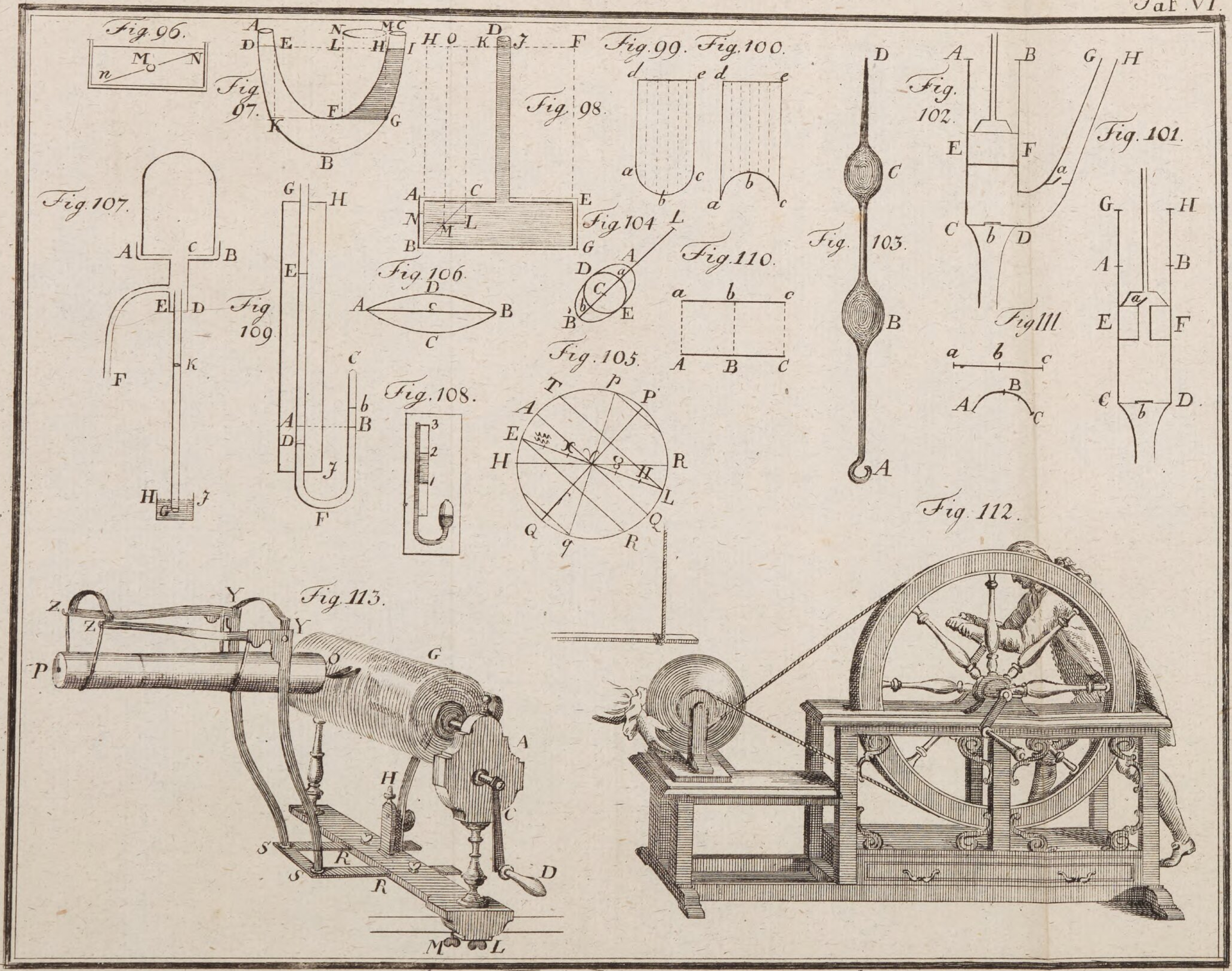


Fig. 96.
Fig. 97.
Fig. 98.
Fig. 99.
Fig. 100.
Fig. 101.
Fig. 102.
Fig. 103.
Fig. 104
Fig. 105.
Fig. 106.
Fig. 107.
Fig. 108.
Fig. 109.
Fig. 110.
Fig. 111.
Fig. 112.
Fig. 113.

Taf. VII.

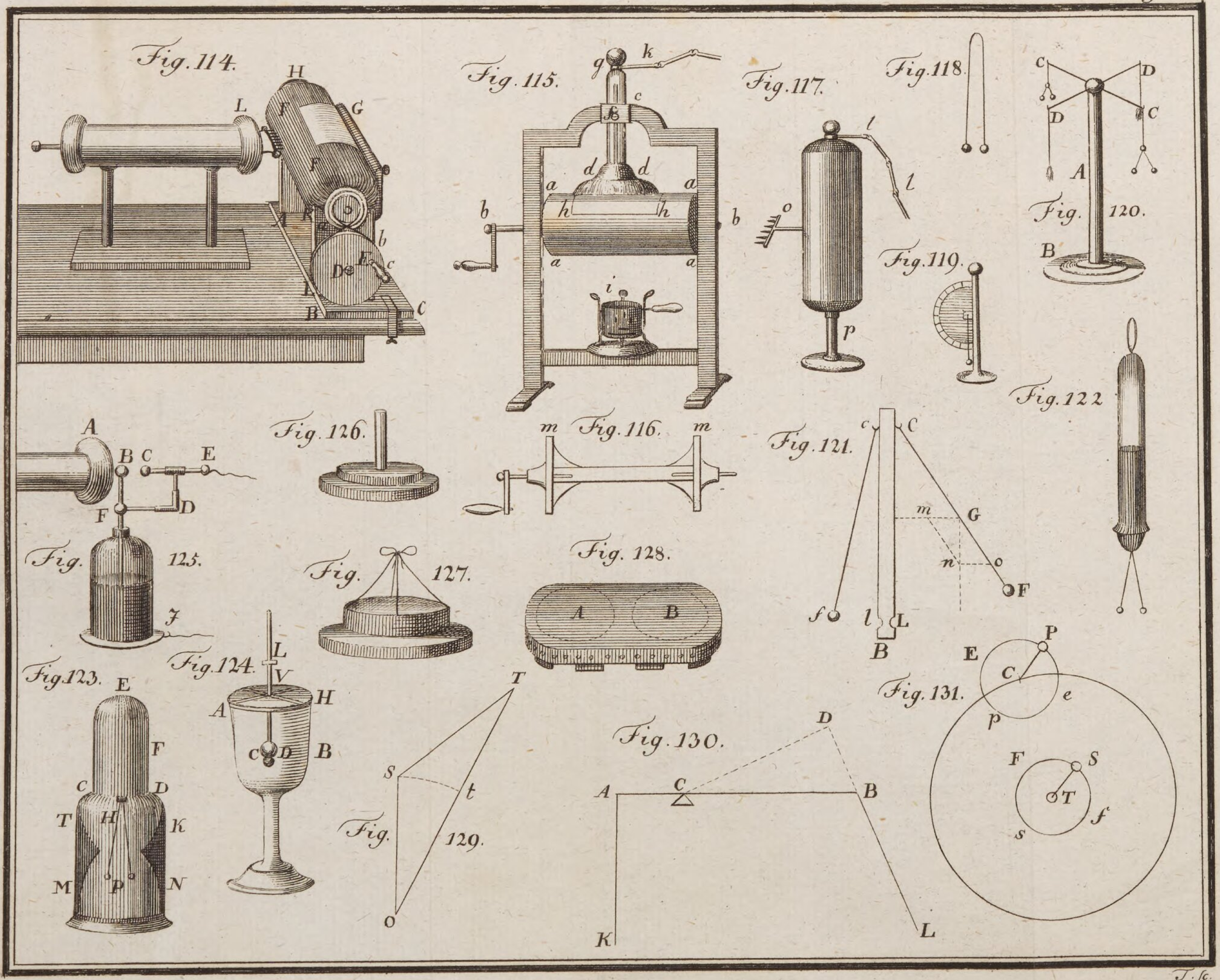


Fig. 114.
Fig. 115.
Fig. 116.
Fig. 117.
Fig. 118.
Fig. 119.
Fig. 120.
Fig. 121.
Fig. 122
Fig. 123.
Fig. 124.
Fig. 125.
Fig. 126.
Fig. 127.
Fig. 128.
Fig. 129.
Fig. 130.
Fig. 131.

T. ſc.

Staatliche
Bibliothek
Bamberg

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Gehler, Johann Samuel Traugott,

Physikalisches Wörterbuch oder Versuch einer Erklärung der vornehmsten Begriffe und Kunstwörter der Naturlehre mit kurzen Nachrichten von der Geschichte der Erfindungen und Beschreibungen der Werkzeuge begleitet ; in alphabetischer Ordnung
Bd.: 1

1798

Bamberg, Staatsbibliothek -- Phys.o.1(1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11763555-0